

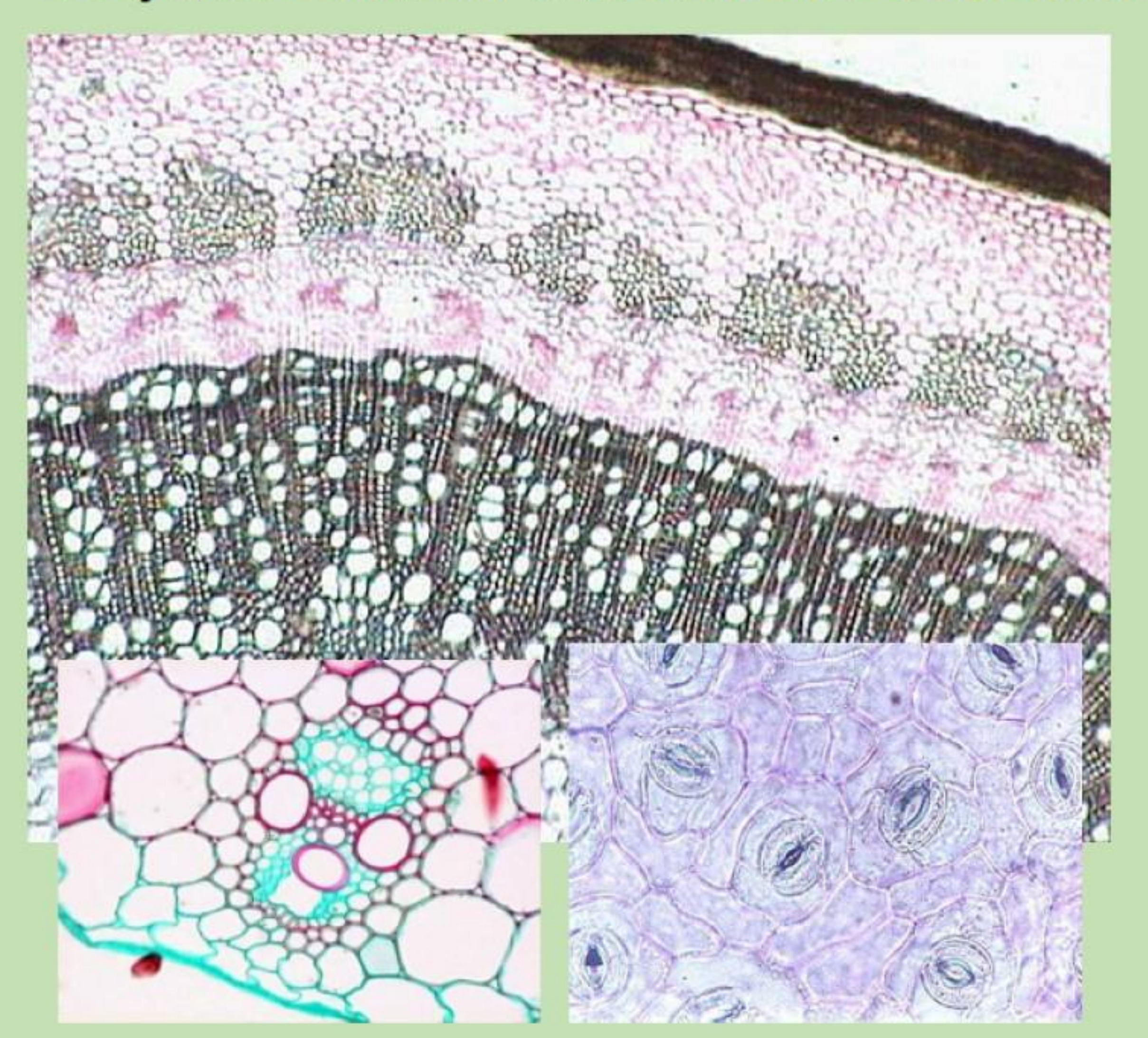
HISTOLOGÍA



Aldo Ceroni Stuva

TEJIDOS VEGETALES

Los tejidos son **agrupaciones de células** estrechamente asociadas que en conjunto realizan una **función determinada**.



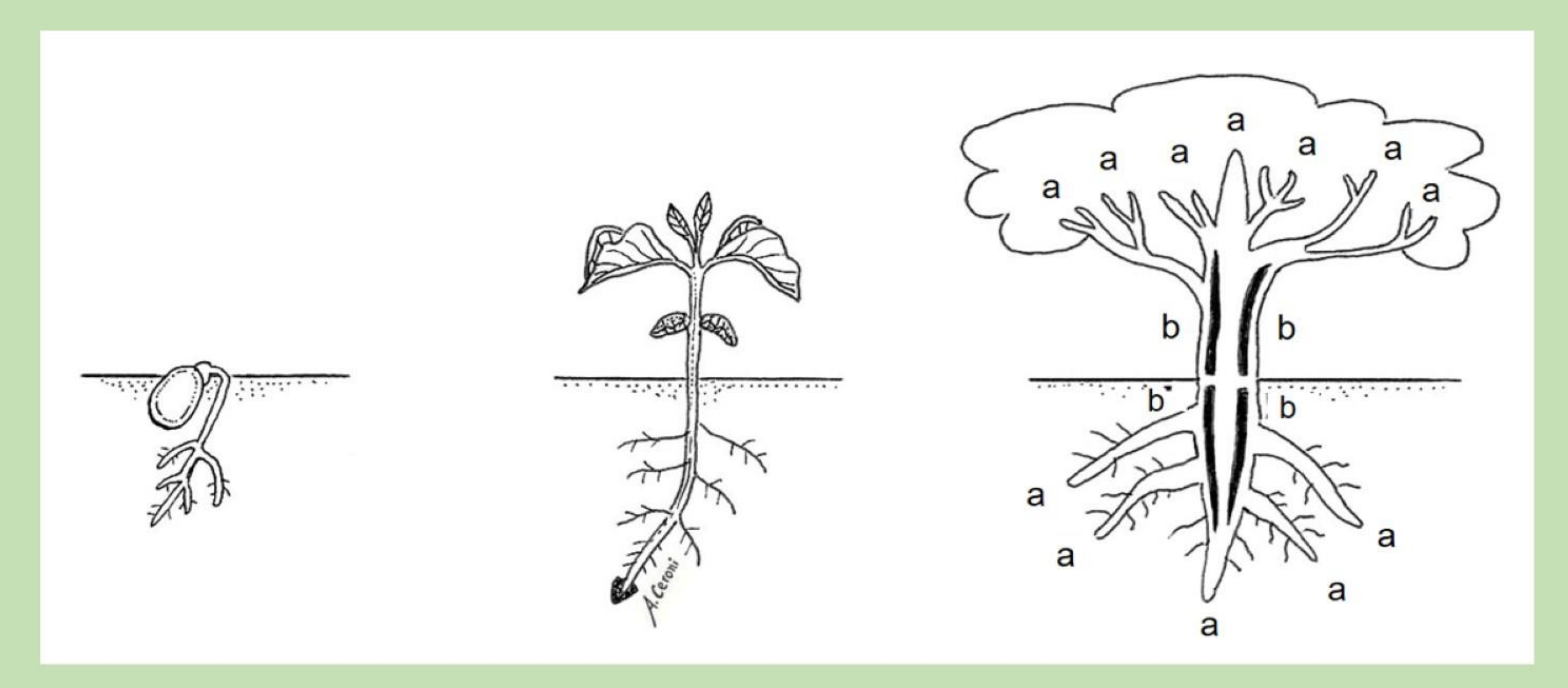
Todos los tejidos **se originan por un proceso sucesivo de división celular**.

Desde el punto de vista ontogénico los tejidos vegetales se pueden clasificar en 2 grandes grupos:

1. Tejidos meristemáticos o embrionales.

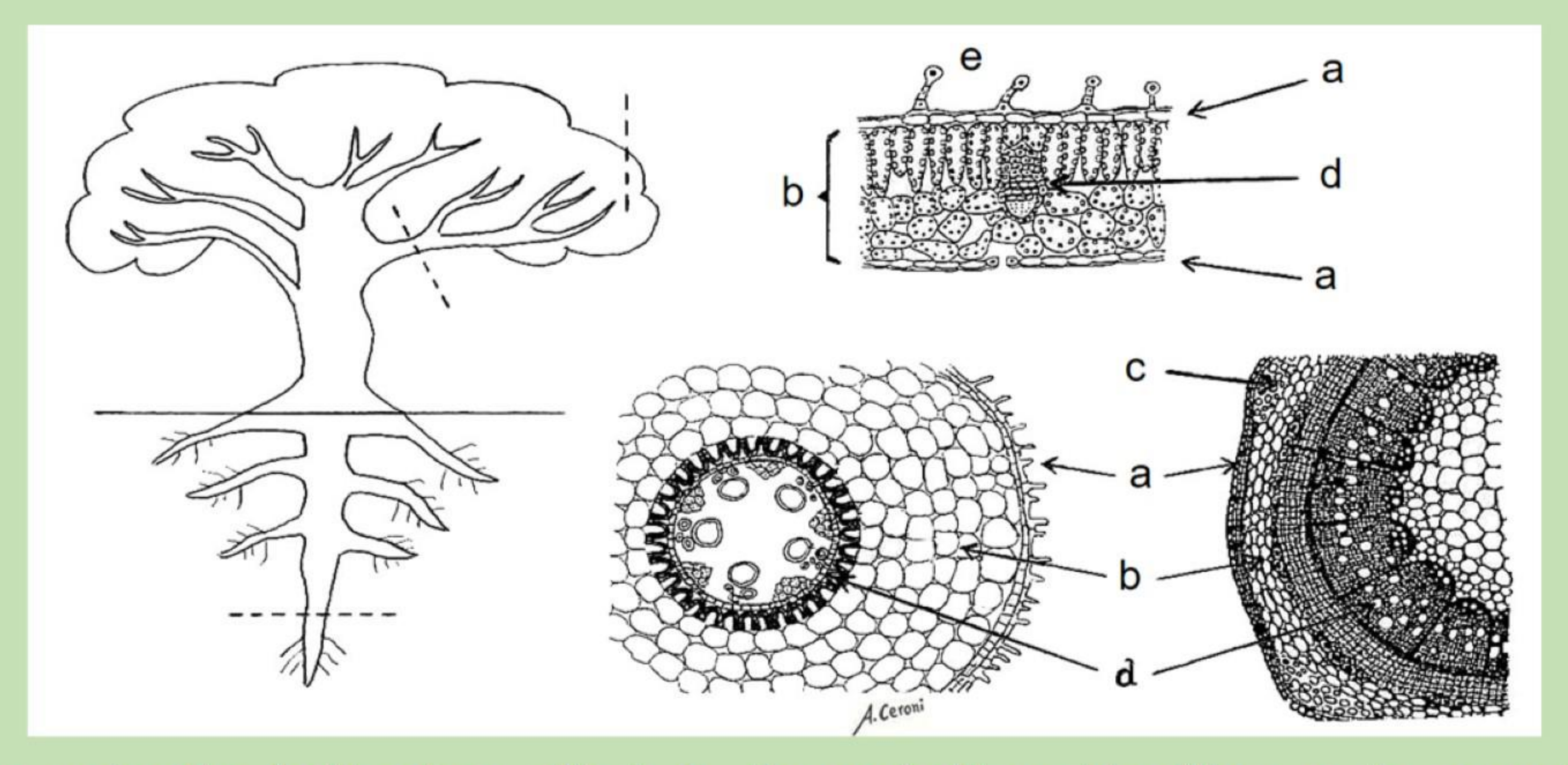
2. Tejidos diferenciados o especializados.

TEJIDOS MERISTEMÁTICOS



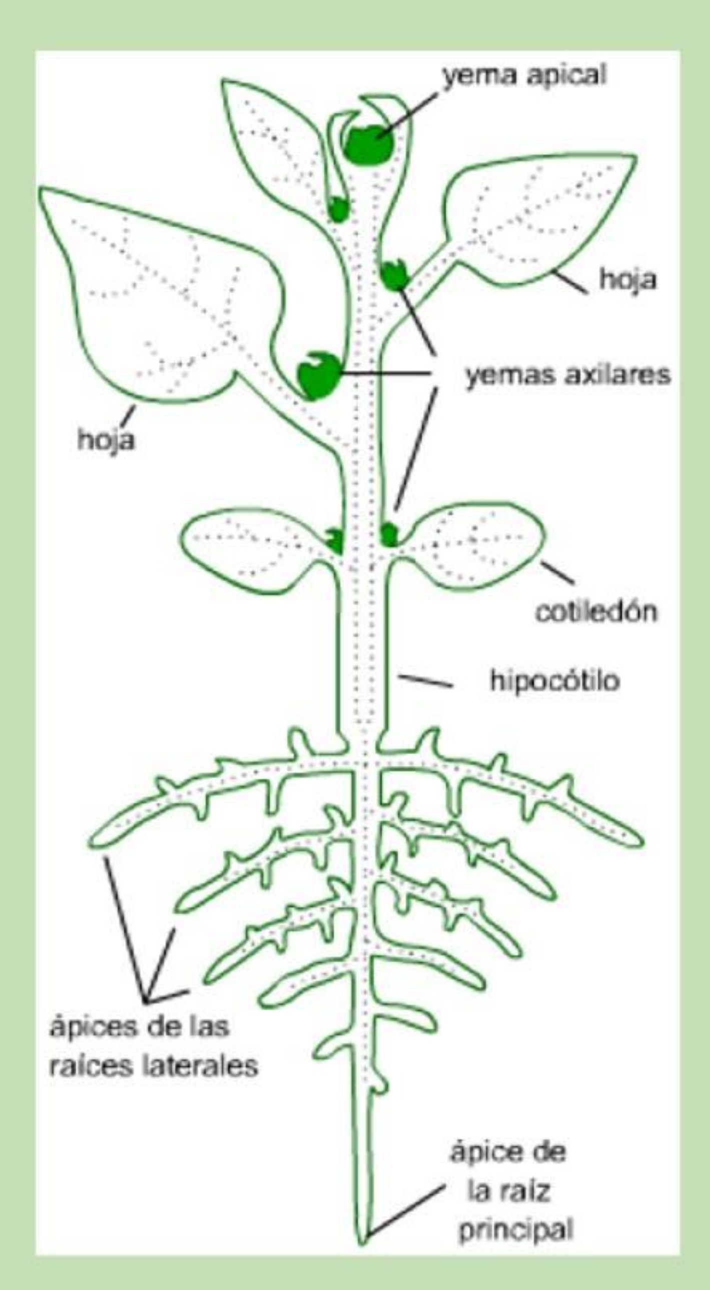
a. Meristemas primarios o apicales (protodermis, procambio y meristema fundamental) y b. Mersitemas secundarios o laterales (cambium suberógeno y cambium vascular).

TEJIDOS DIFERENCIADOS

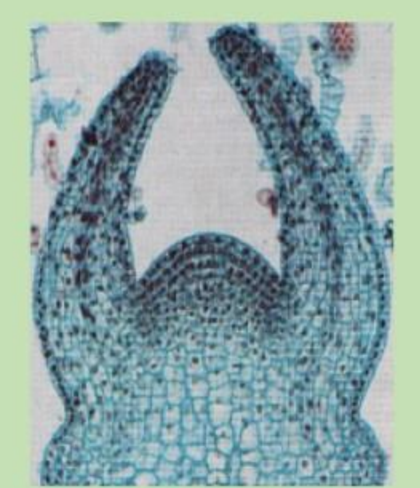


a. De protección (epidermis y súber); b. Parenquimáticos (clorofiliano y de reserva); c. Mecánicos (colénquima y esclerénquima); d. Conductores (floema y xilema) y e. Secretores (hidátodos, pelos glandulares, bolsas secretoras, células oleíferas y tubos laticíferos).

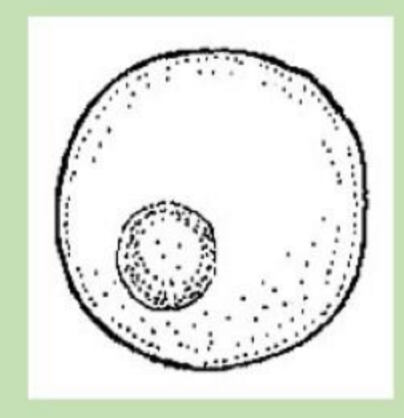
MERISTEMAS PRIMARIOS



Son aquellos que se forman en los **puntos de crecimiento**.







Se caracterizan por tener **células isodiamétricas** relativamente pequeñas, **pared celular primaria delgada**, pobre en celulosa, **protoplasto denso**, **núcleo grande** y **sin espacios intercelulares**

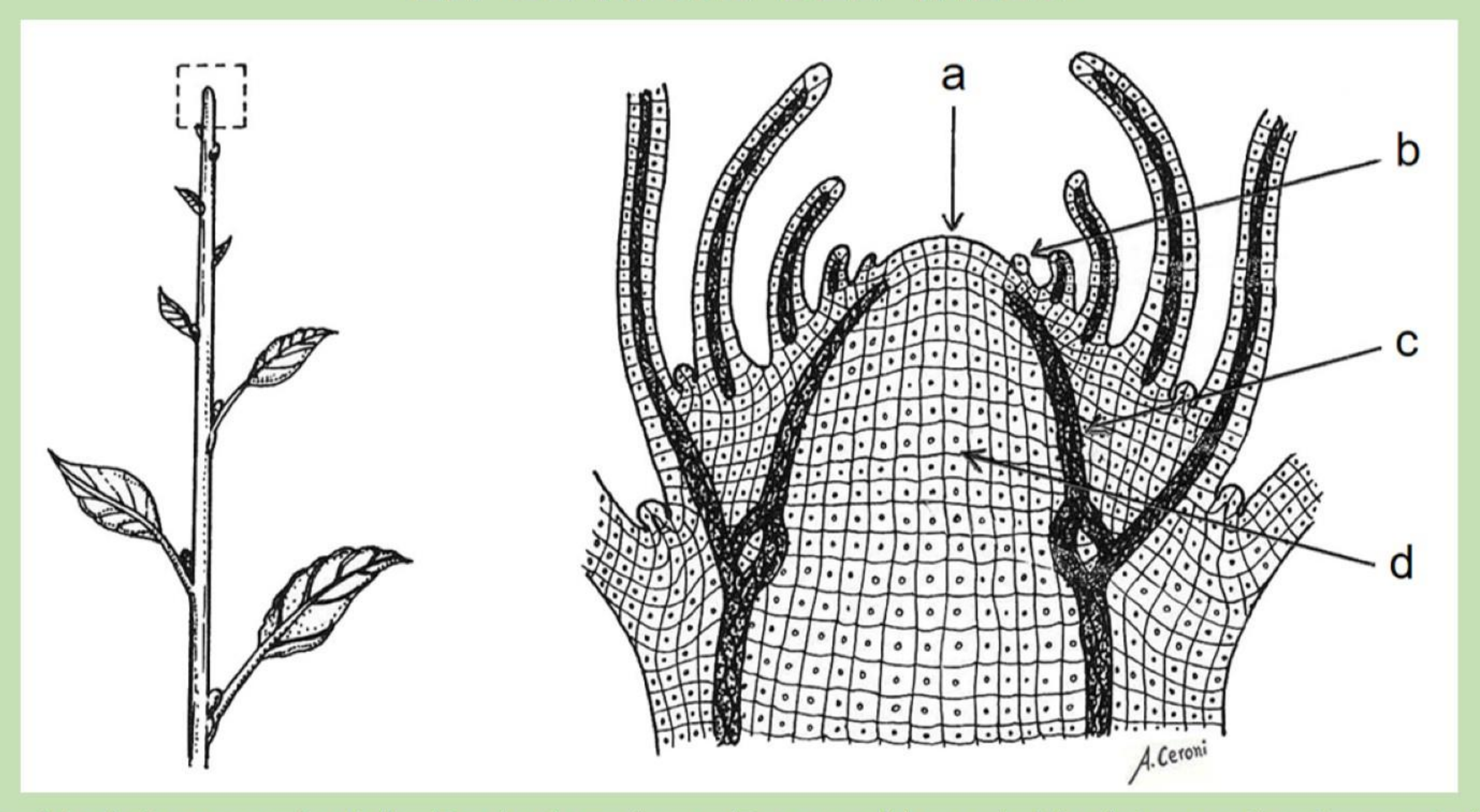
Según los tejidos a los que da origen, se tiene 3 tipos:

1. Protodermis
   Ubicado periféricamente. Da origen al tejido **epidérmico**.

2. Procambio
   Ubicado debajo de la protodermis en el tallo y al centro a manera de cilindro en la raíz. Origina los **tejidos vasculares primarios**.

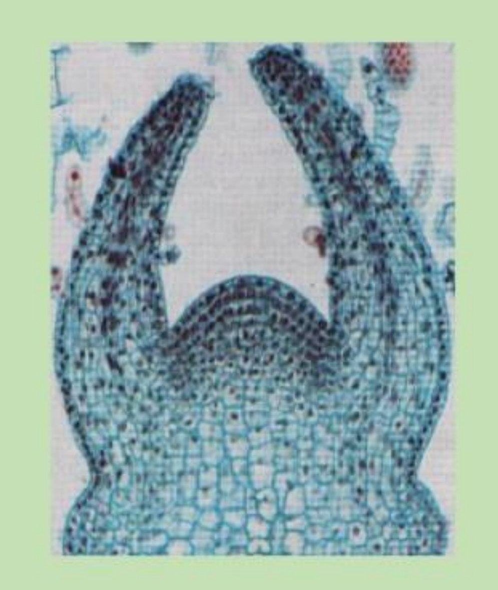
3. Meristema fundamental
   Ubicado al centro en el tallo y entre la protodermis y el procambio en la raíz. Da origen a los tejidos fundamentales o **parenquimáticos**.

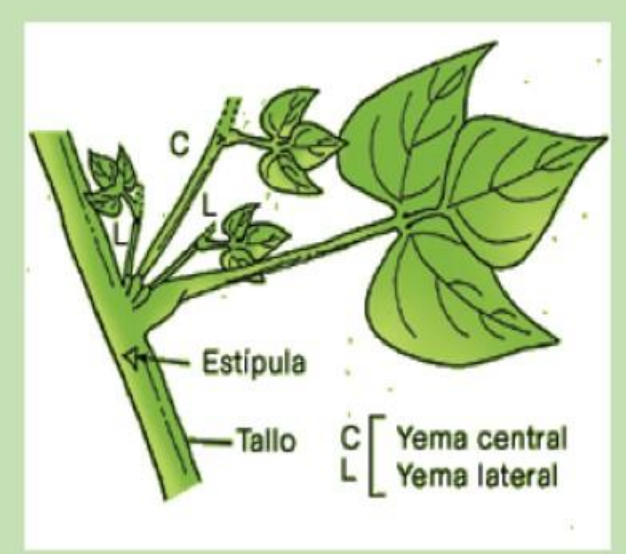
EN EL ÁPICE DEL TALLO



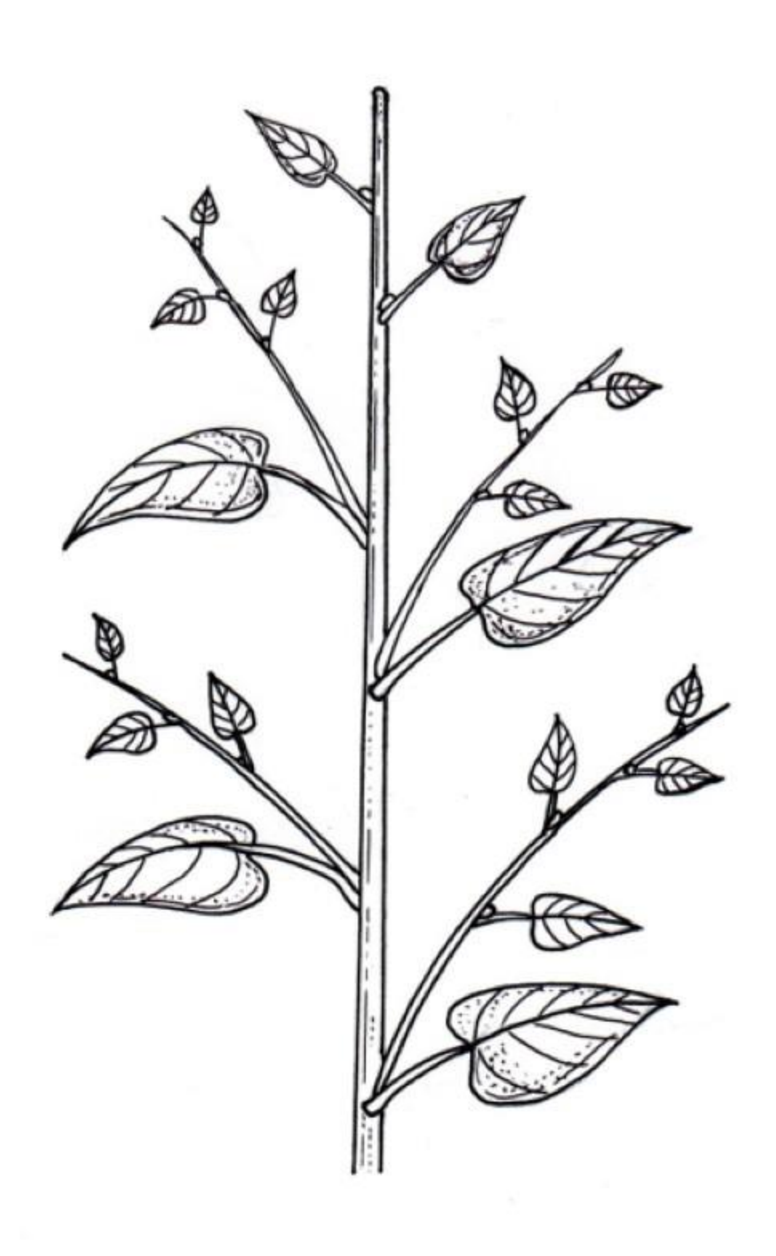
a. Meristema apical; b. Protodermis; c. Procambio y d. Meristema fundamental.

Yema axilar
Yema terminal
Nudo
Entrenudo
Rama





La yema axilar es un **brote embrionario** localizado en la axila de una hoja y puede especializarse en la producción de **brotes vegetativos** (tallos y ramas) o **brotes reproductivos** (flores).



Cuando desarrolla una planta durante su etapa vegetativa.

De las **yemas axilares** brotan ramas laterales con sus hojas, similares al tallo principal con sus hojas. De las yemas axilares de cada **rama lateral** brotan **nuevas ramas** con sus respectivas hojas.

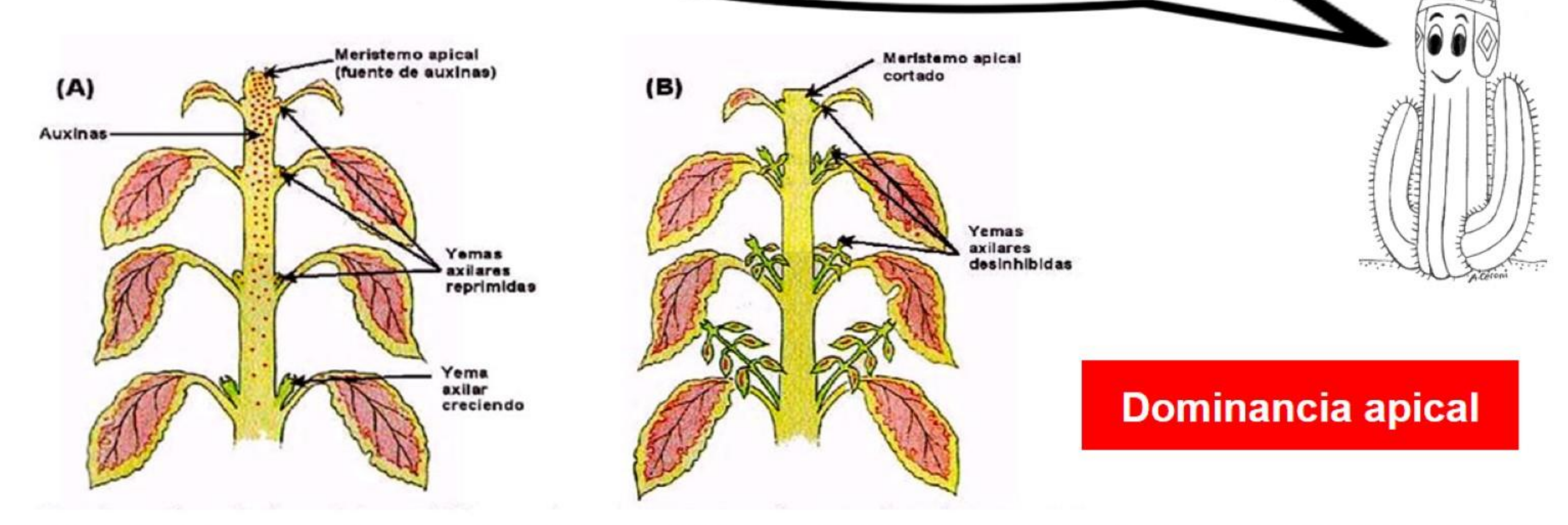
Cada parte de la planta es una **repetición de la estructura completa** de la planta

Cada parte de la planta tiene la **potencialidad** de reproducir una **nueva planta**



CURIOSIDADES BOTÁNICAS

¿Por qué cuando cortamos el tallo de un árbol empieza a ramificarse lateralmente?



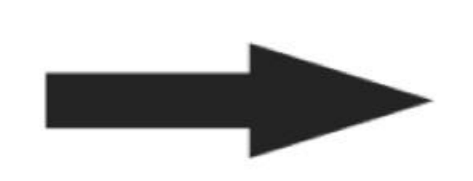
(A) Las **auxinas** se producen en el meristema apical y se difunden hacia abajo **reprimiendo el crecimiento de las yemas axilares**. A mayor distancia menor represión de las yemas axilares.

(B) Si se **corta el meristema apical**, se eliminan las auxinas, se **desinhiben las yemas axilares** y entonces **crecen vigorosamente**.

IMPORTANCIA DEL MERISTEMA APICAL EN LAS PODAS



Una **poda de despunte** elimina el 100% de la yema apical





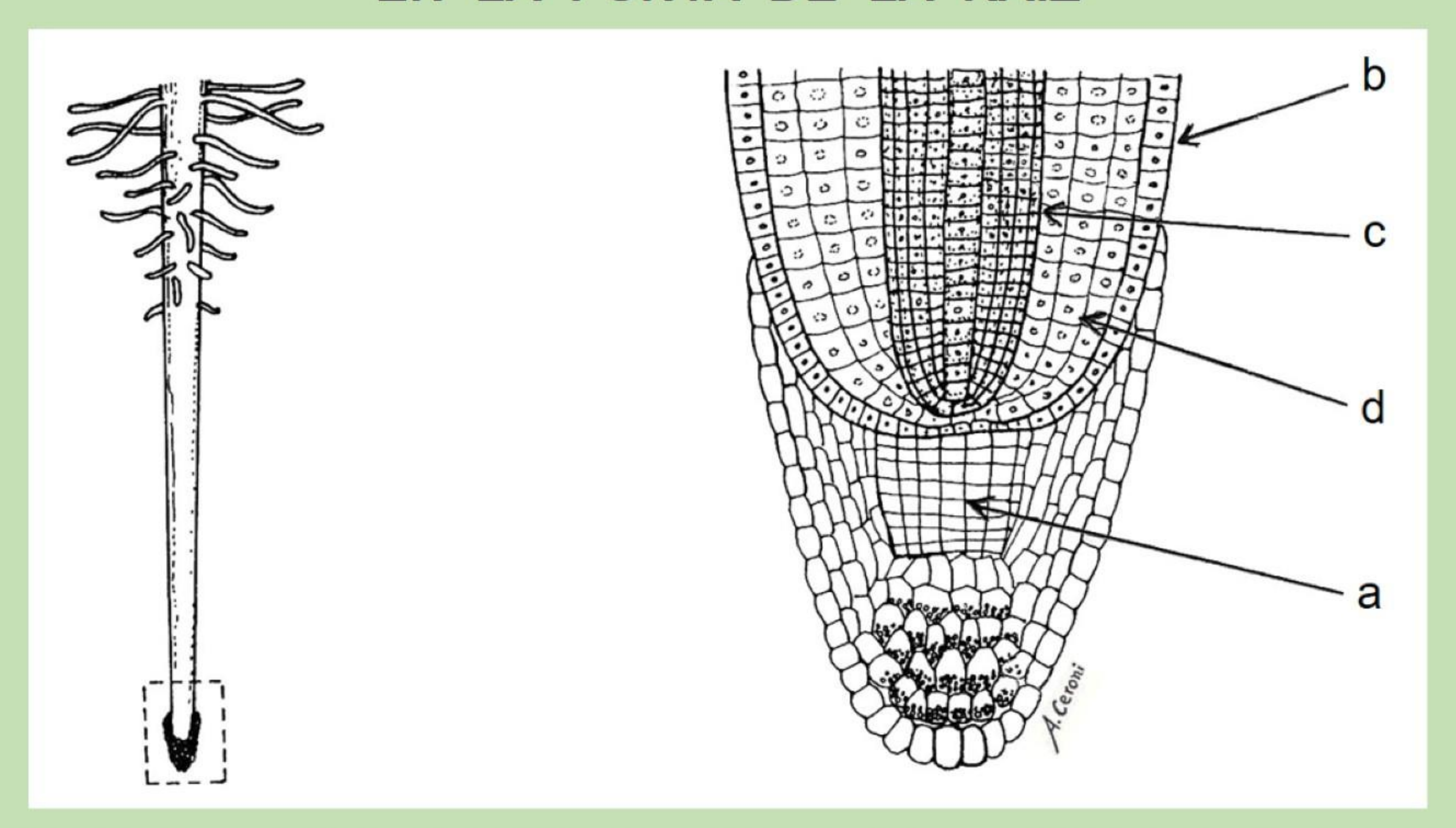
Ramifica más a lo ancho con una ramificación más fuerte y vigorosa hacia los lados





Las **ramas laterales se desarrollan más**, reciben más luz y su **producción será mayor**

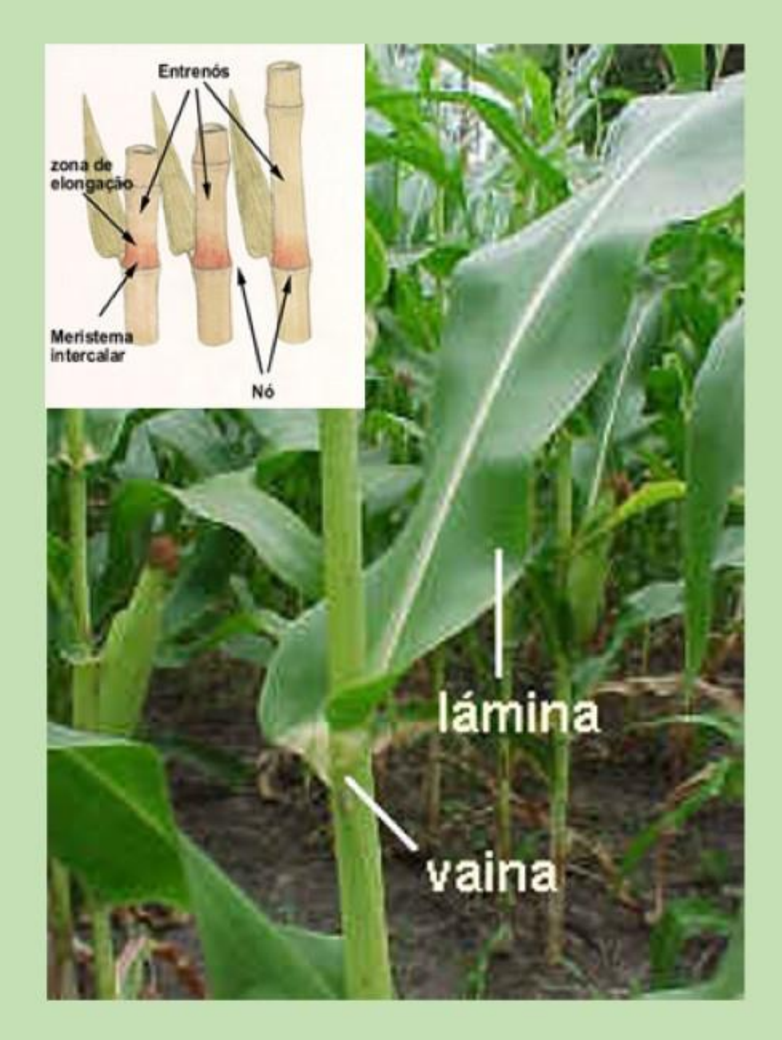
EN LA PUNTA DE LA RAÍZ

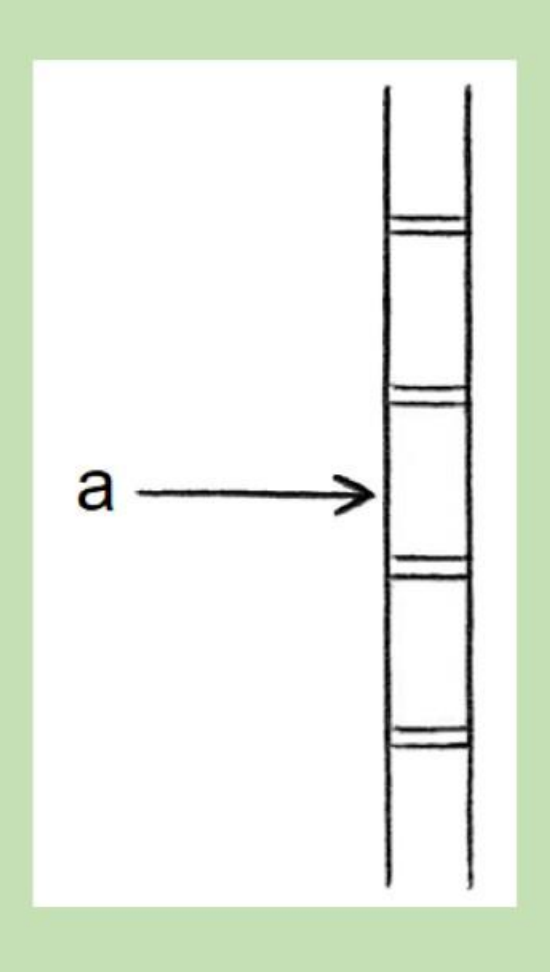


a. Meristema apical; b. Protodermis; c. Procambio y d. Meristema fundamental.

MERISTEMA INTERCALAR



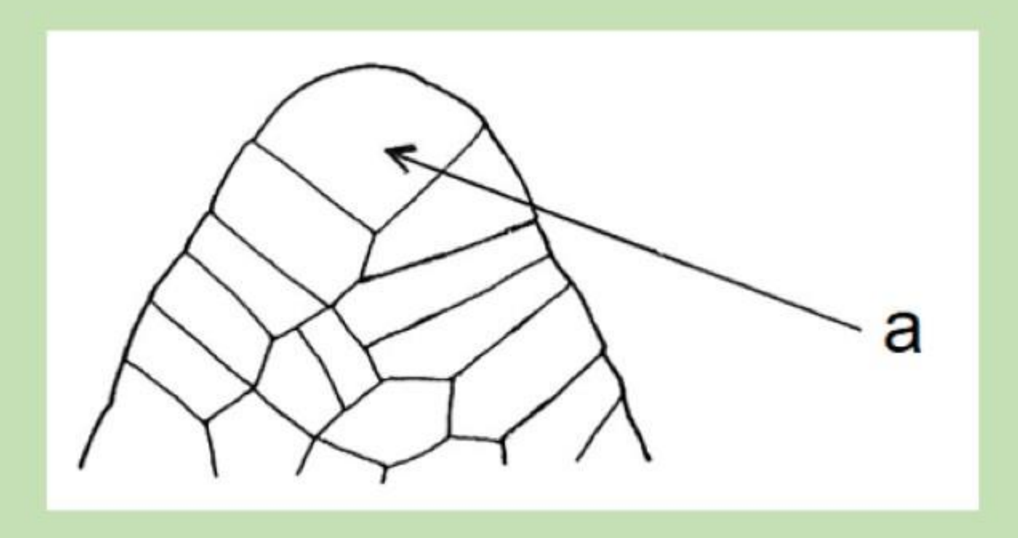




El meristema intercalar (a) se encuentra en los **entrenudos** en las plantas vasculares sin semillas como la “cola de caballo” y en las **vainas** de las hojas de las monocotiledóneas como en el “maíz”.

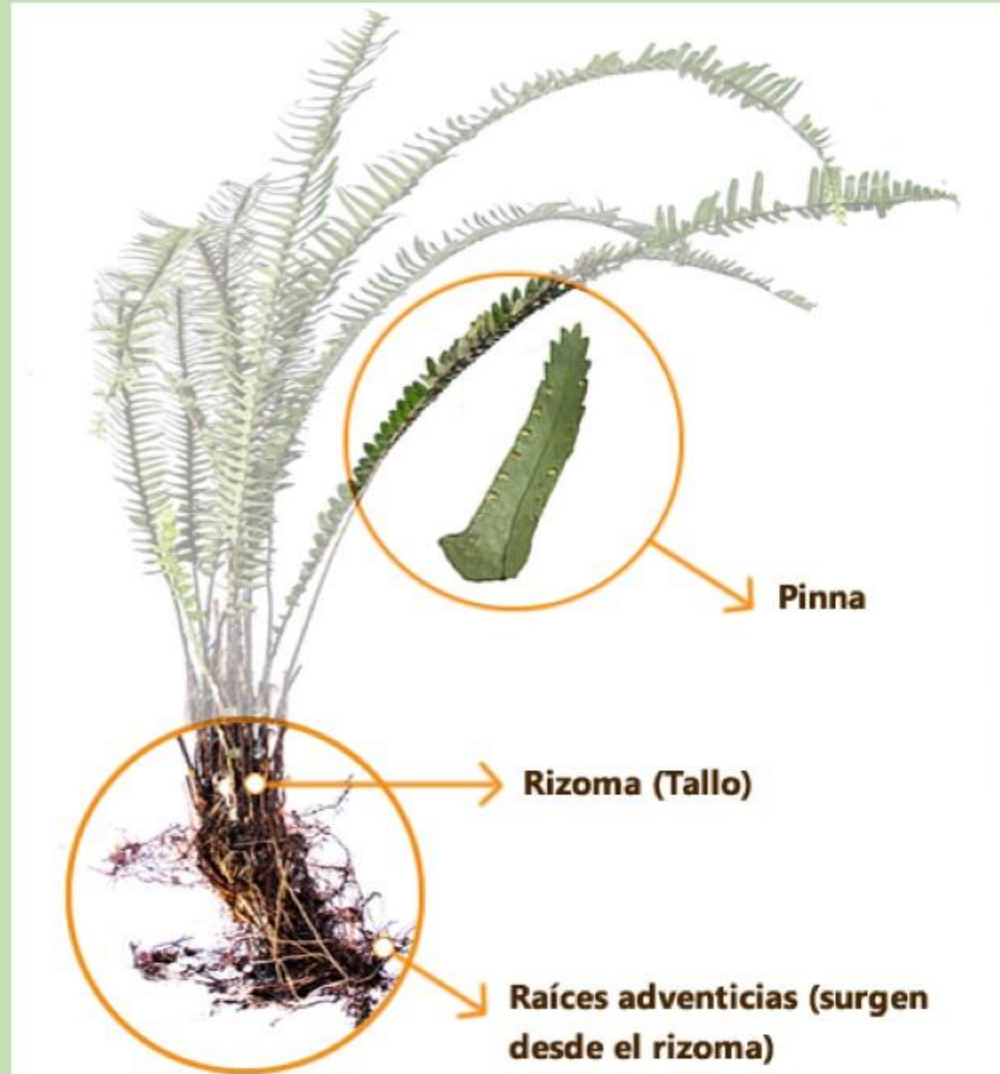
CÉLULA APICAL

Célula apical



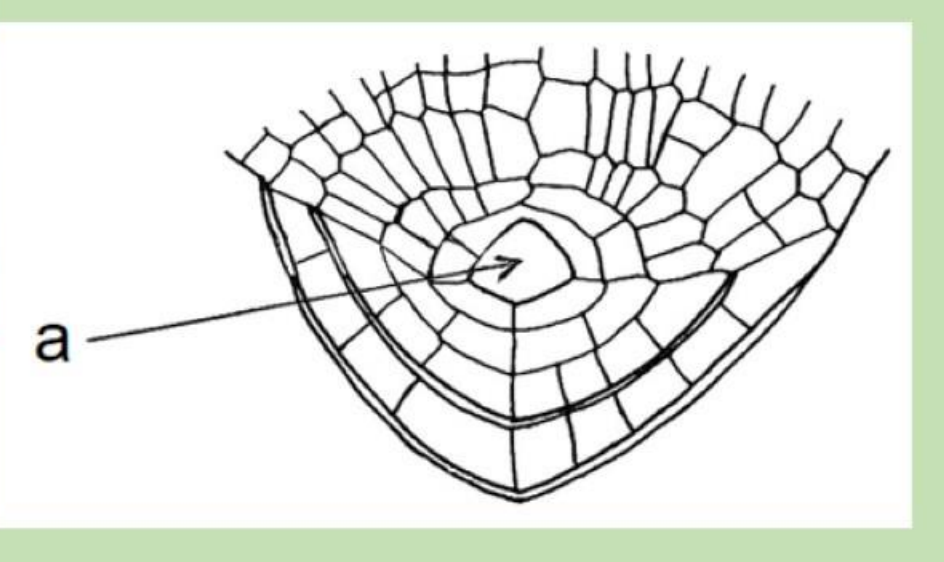
En **plantas vasculares sin semillas** como en la “cola de caballo” y “helechos”, se encuentra en el ápice del tallo una célula apical (a) de la cual se forman el resto de células y tejidos correspondientes.

En las puntas de las raíces de los “helechos” también una célula apical (a) origina el resto de células y tejidos.



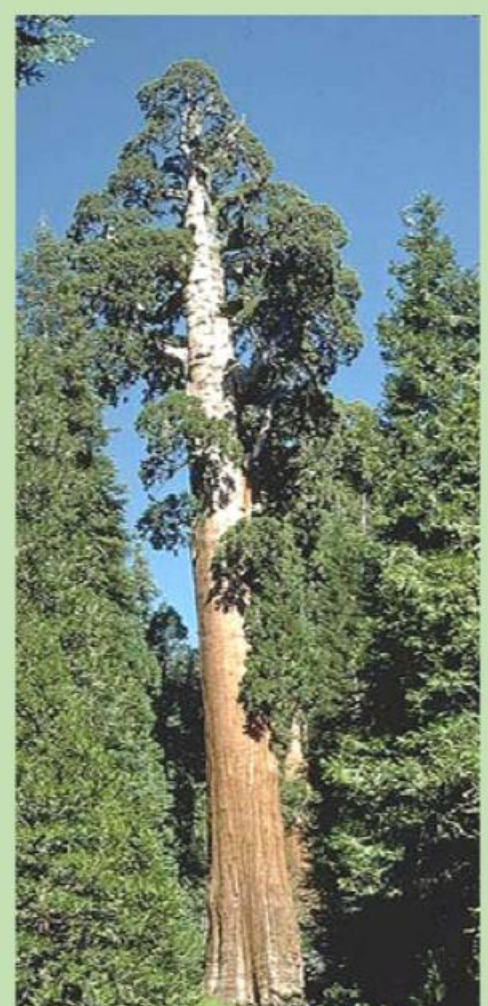


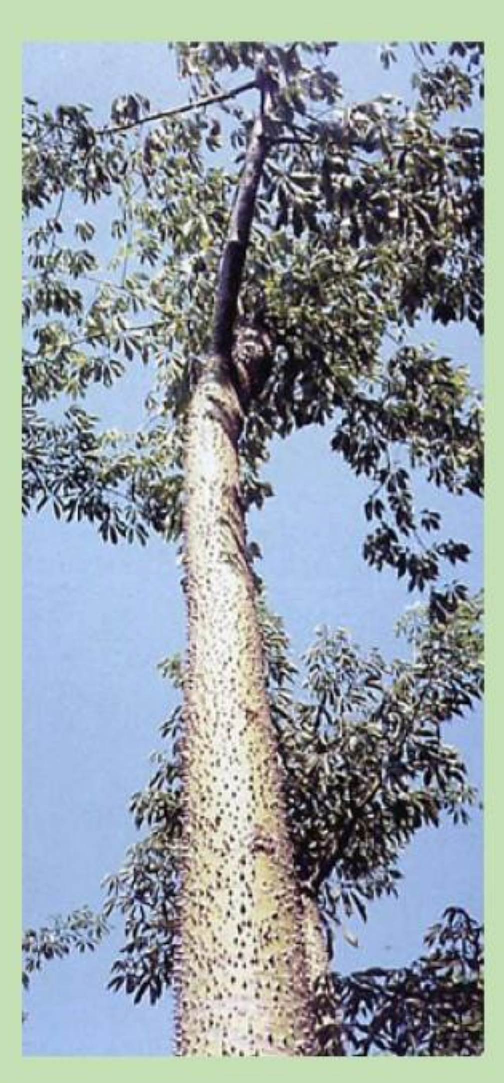




MERISTEMAS SECUNDARIOS

Son aquellos que se originan después que termina el crecimiento primario.





Se presenta sólo en plantas gimnospermas y dicotiledóneas

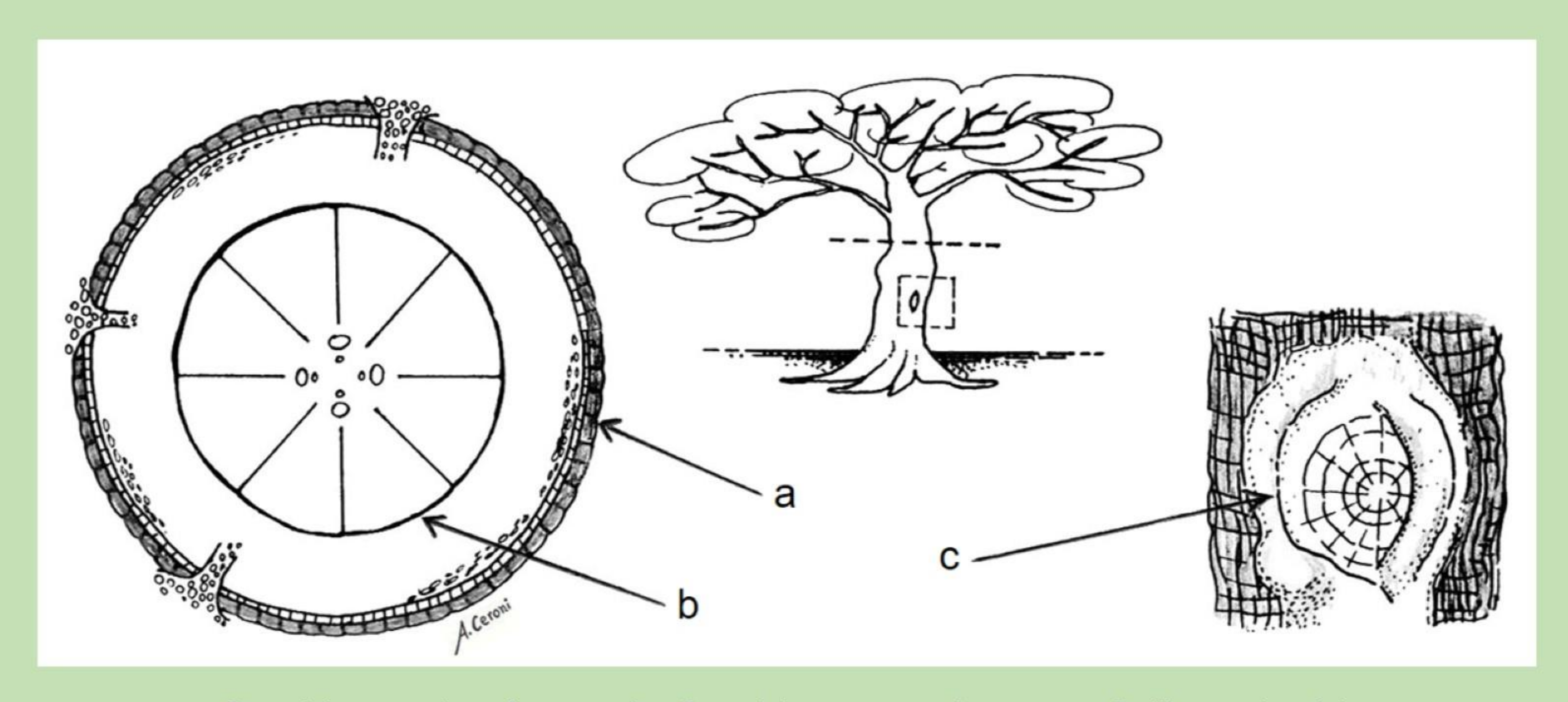
Reemplazan a los tejidos primarios de la planta y según a los tejidos que dan origen se tiene:

1. Cambium suberógeno
   Llamado también súber, corcho o feloma. Proviene de diferentes células ya diferenciadas. Origina a las **células de súber** o **corcho** y la **felodermis**.

2. Cambium vascular
   Que nace junto con las células de la zona de diferenciación. Origina a los **tejidos vasculares secundarios**.

3. Otros cambium
   Que participan en el crecimiento de los frutos y reparación de los tejidos. Por ejemplo, la formación de **callo** en heridas cuando las ramas de un árbol o arbusto se rompen.

MERISTEMAS SECUNDARIOS

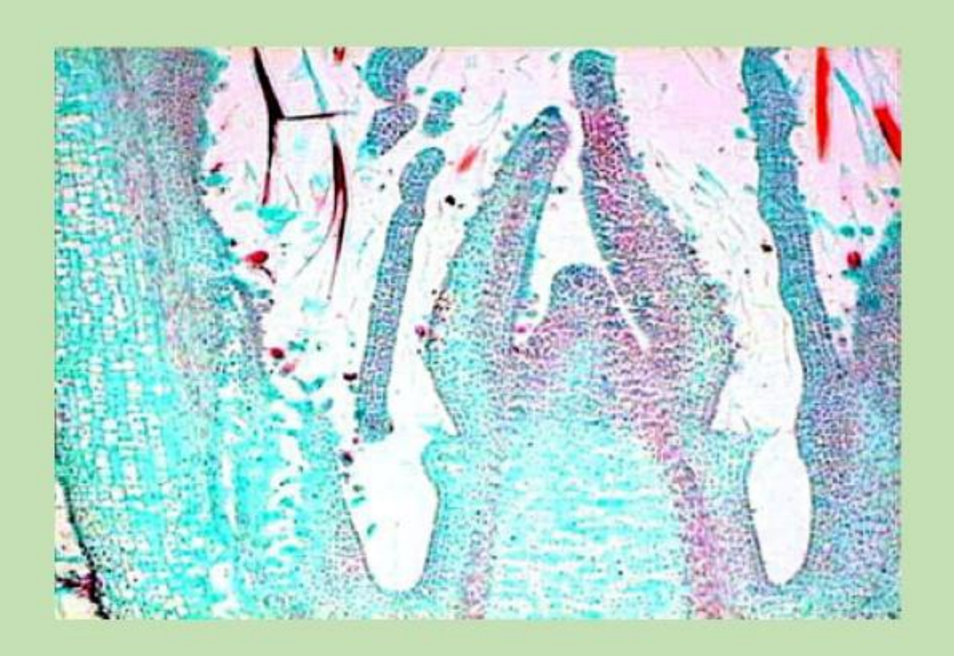


a. Cambium suberógeno; b. Cambium vascular y c. Callo en heridas.

TEJIDOS DE PROTECCIÓN

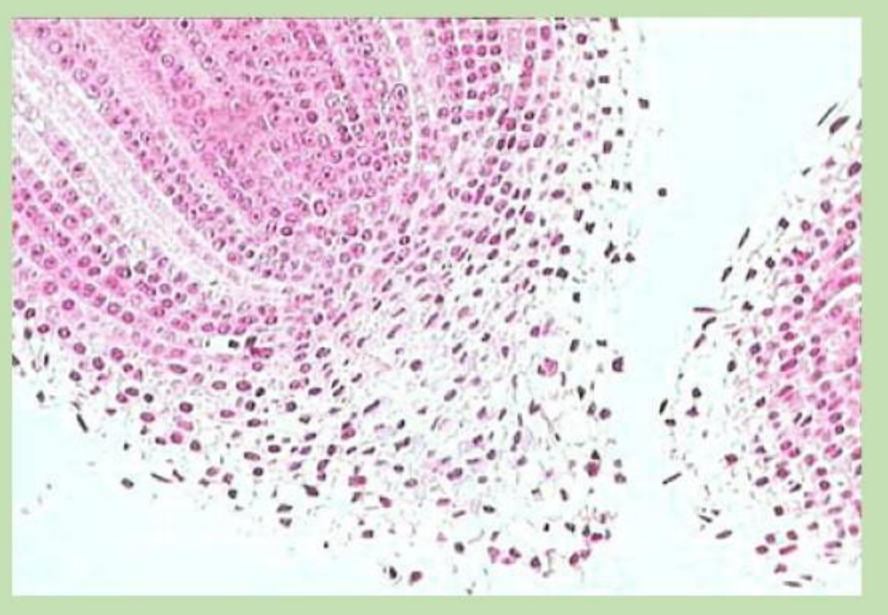
EPIDERMIS

Es la capa más externa del cuerpo primario de la planta.

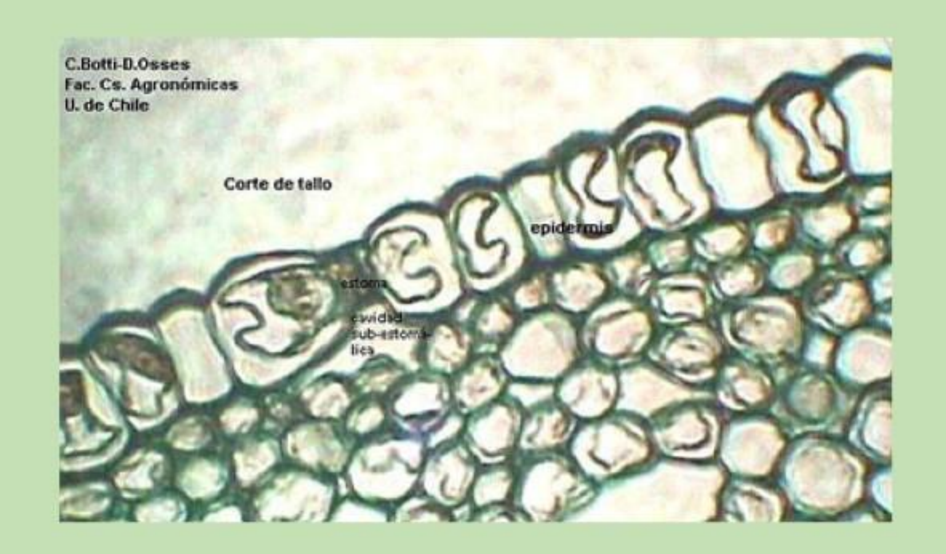


Cumple las siguientes funciones para la parte aérea: **protección**, **transpiración**, **intercambio gaseoso**, **almacén** y **secreción**.

En la parte subterránea: **protección** y **absorción**.



La epidermis como tal falta en los meristemas apicales y en la calíptra de la raíz.



La epidermis normalmente consta de una capa de células.

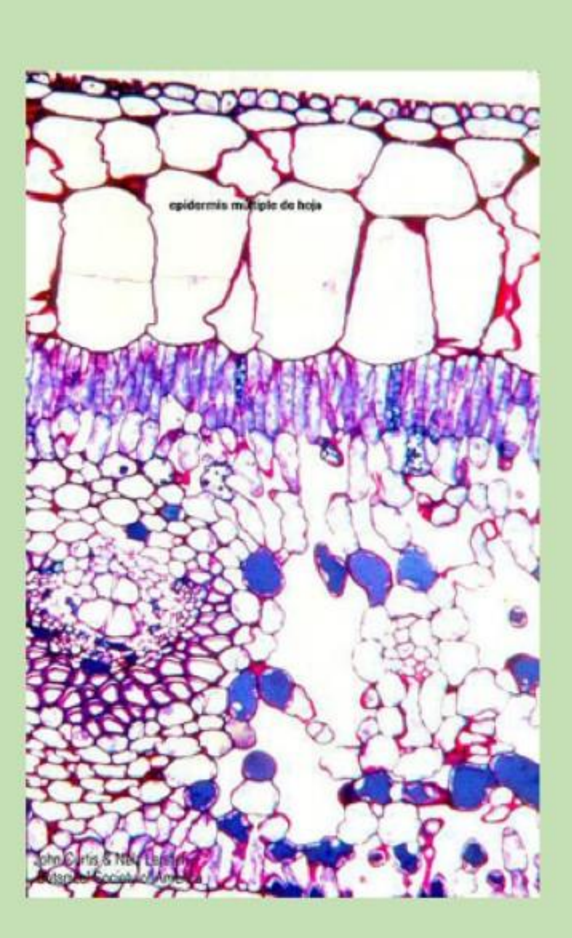
En ciertos casos por **divisiones periclinales** puede tenerse una **epidermis pluriestratificada**.





En las hojas de plantas xerofíticas

"laurel rosa"



Raíz de Orquídea

A: Velamen
B: Exodermis
C: Médula
D: Endodermis

A

B

C

D

En las raíces aéreas de plantas epifitas, donde recibe el nombre de **velamen**

TIPOS CELULARES DE LA EPIDERMIS

En la epidermis podemos encontrar los siguientes tipos celulares:

CÉLULAS EPIDÉRMICAS

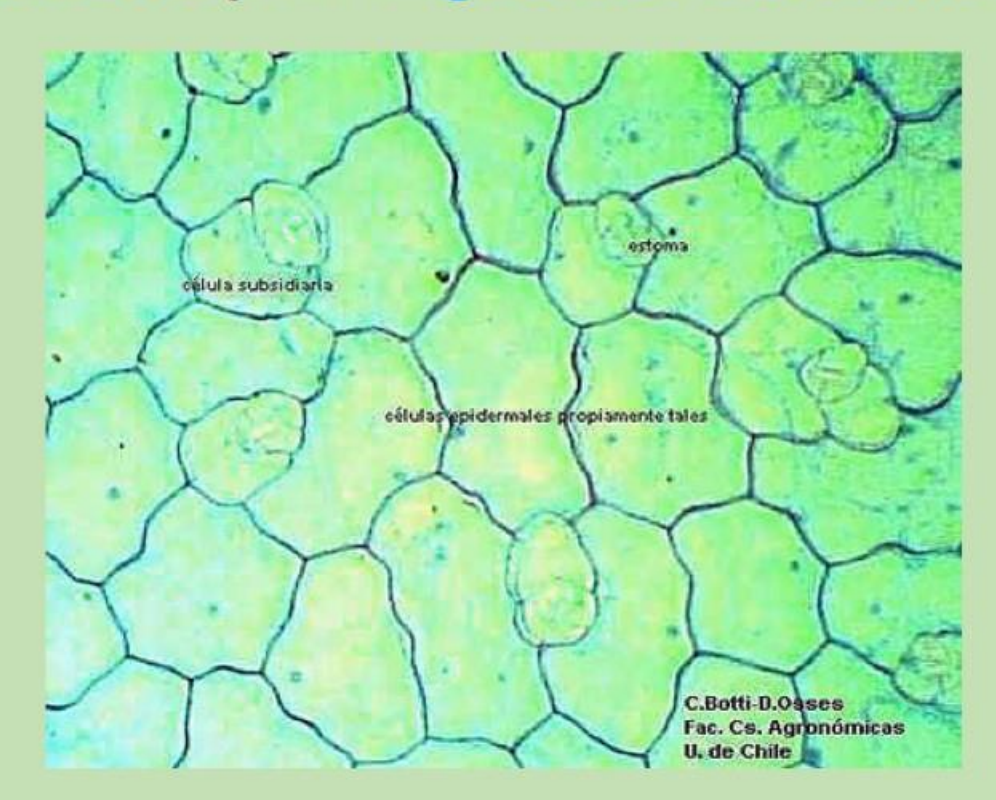
ESTOMAS

PELOS O TRICOMAS

CÉLULAS EPIDÉRMICAS

Son los elementos menos especializados del tejido.

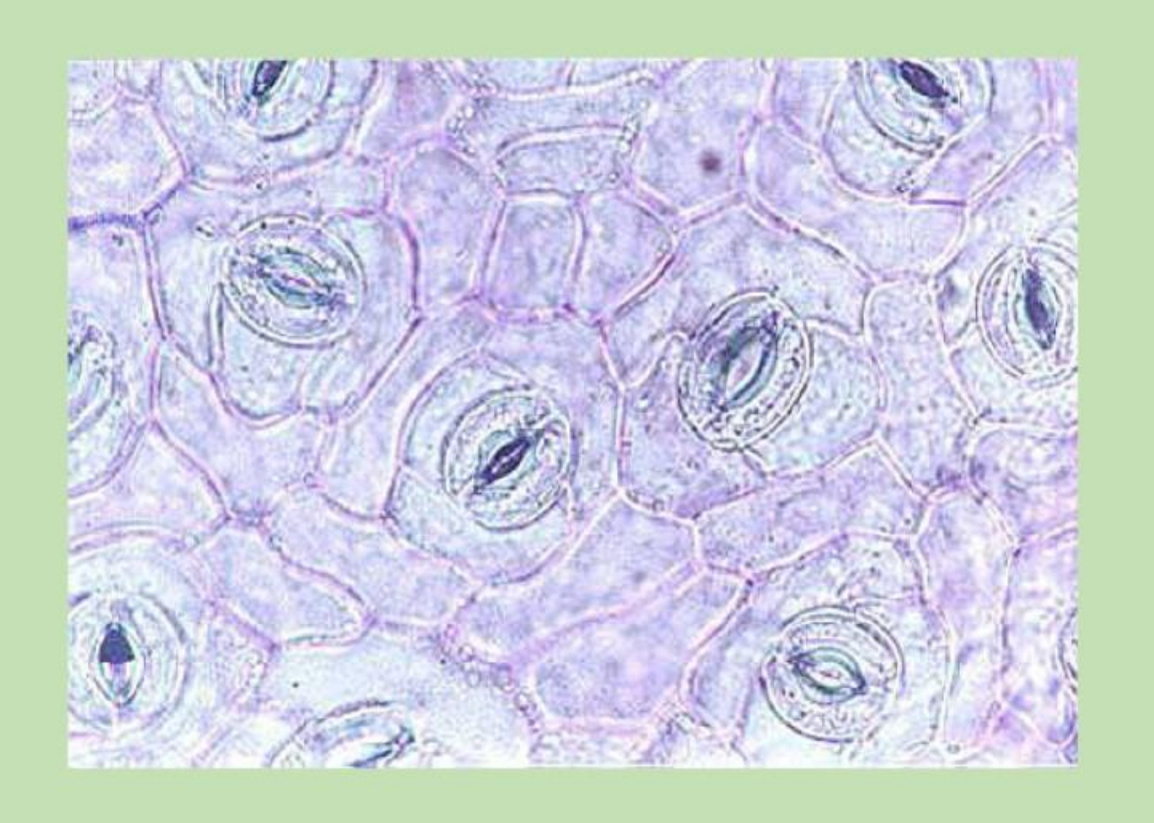
Se caracterizan por ser de **forma variable**, con **pared celular primaria**, **sin plastidios** y tener **grandes vacuolas**.





En hojas de dicotiledóneas suelen ser festonadas, mientras que en monocotiledóneas alargadas.

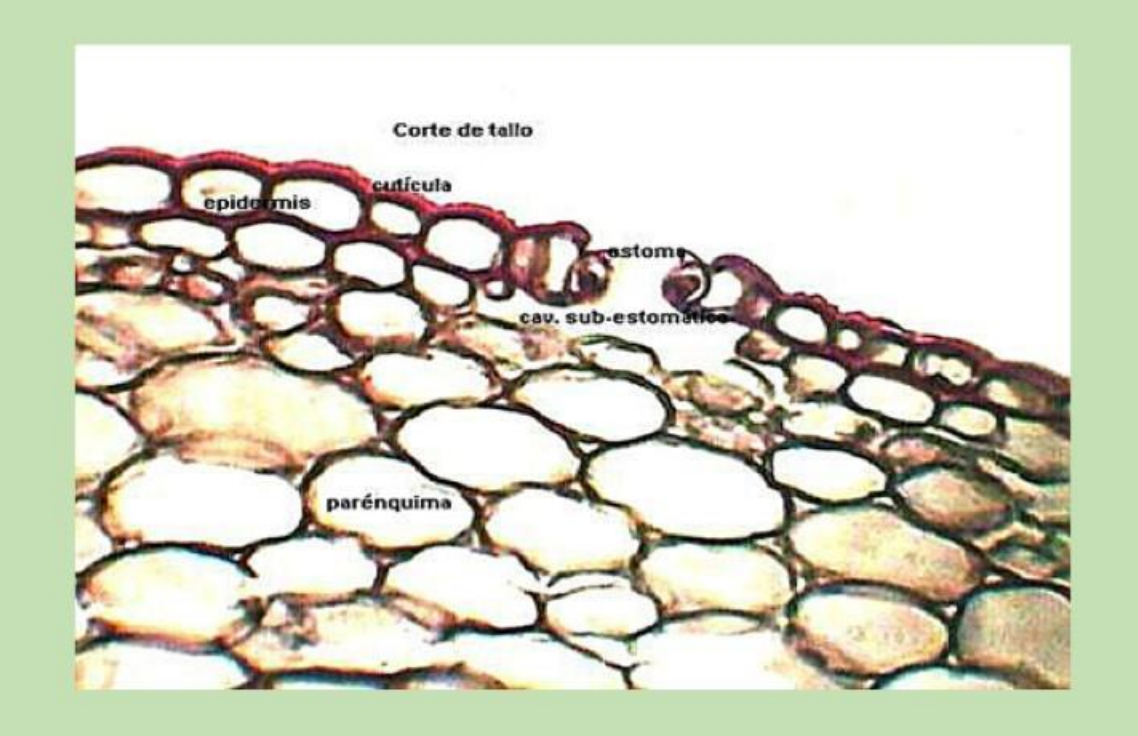
ESTOMAS



Son aberturas de la epidermis rodeadas por 2 células en forma de riñón llamadas **estomáticas**, **oclusivas**, o **guardianes**.

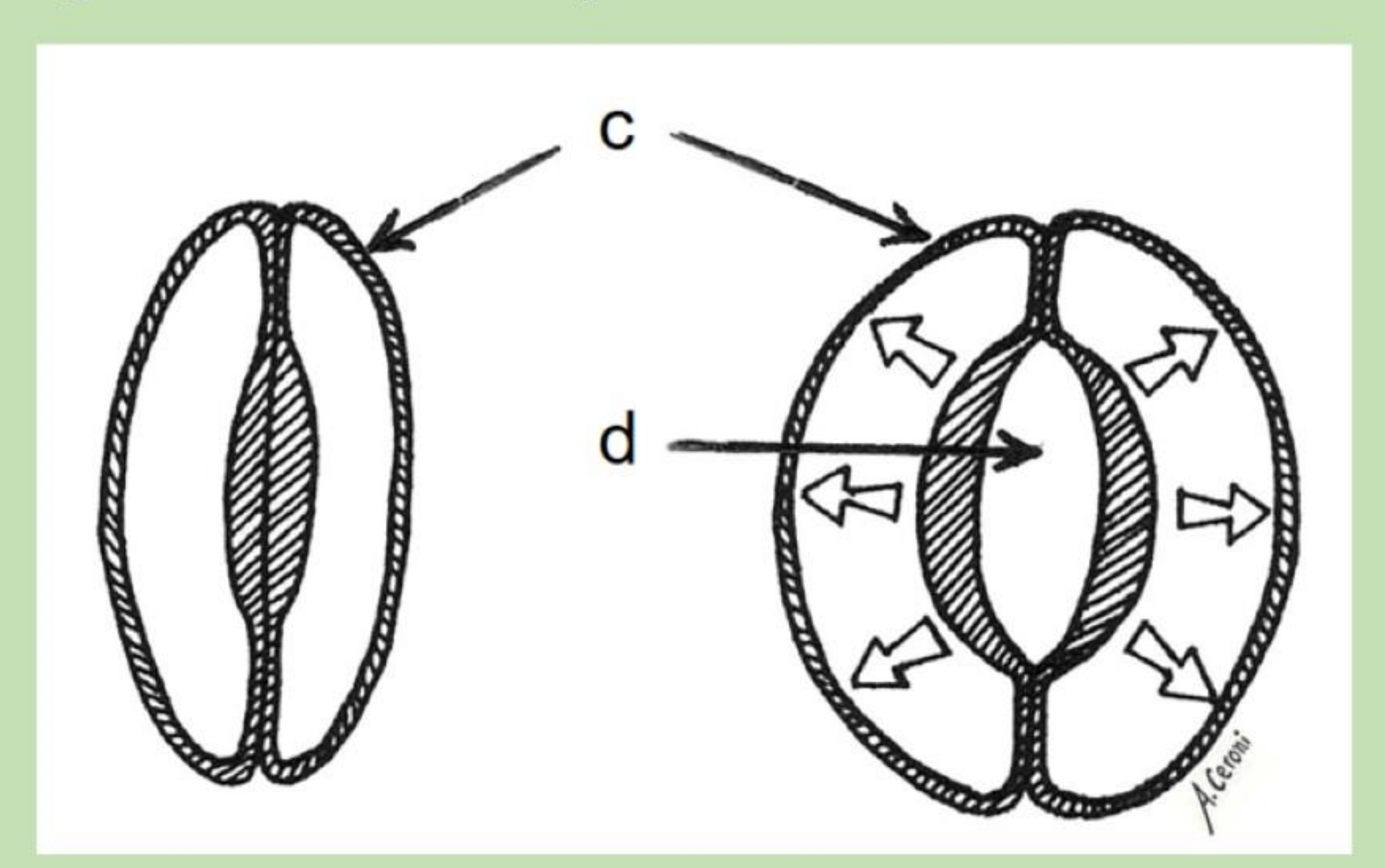
Se llama estoma al conjunto formado por las 2 células **oclusivas** y al **ostiolo**.

Este último conduce al interior de un espacio llamado **cámara subestomática**.



APERTURA Y CIERRE DE LOS ESTOMAS

Varía con la célula oclusiva, pero en general está relacionado con el tipo de engrosamiento de la pared celular.



El caso más común es en donde las paredes celulares de las células estomáticas (c) son **más gruesas cerca del ostiolo** (d) y **más delgadas en el lado opuesto**.

De esta manera, **cuando las células están turgentes se ejerce una presión en los lados opuestos al ostiolo permitiendo la apertura del estoma**.

PELOS O TRICOMAS

Son apéndices epidérmicos de **forma**, **estructura** y **función** variable.

Simple





En las hojas de muchas plantas como el “geranio” con funciones de protección



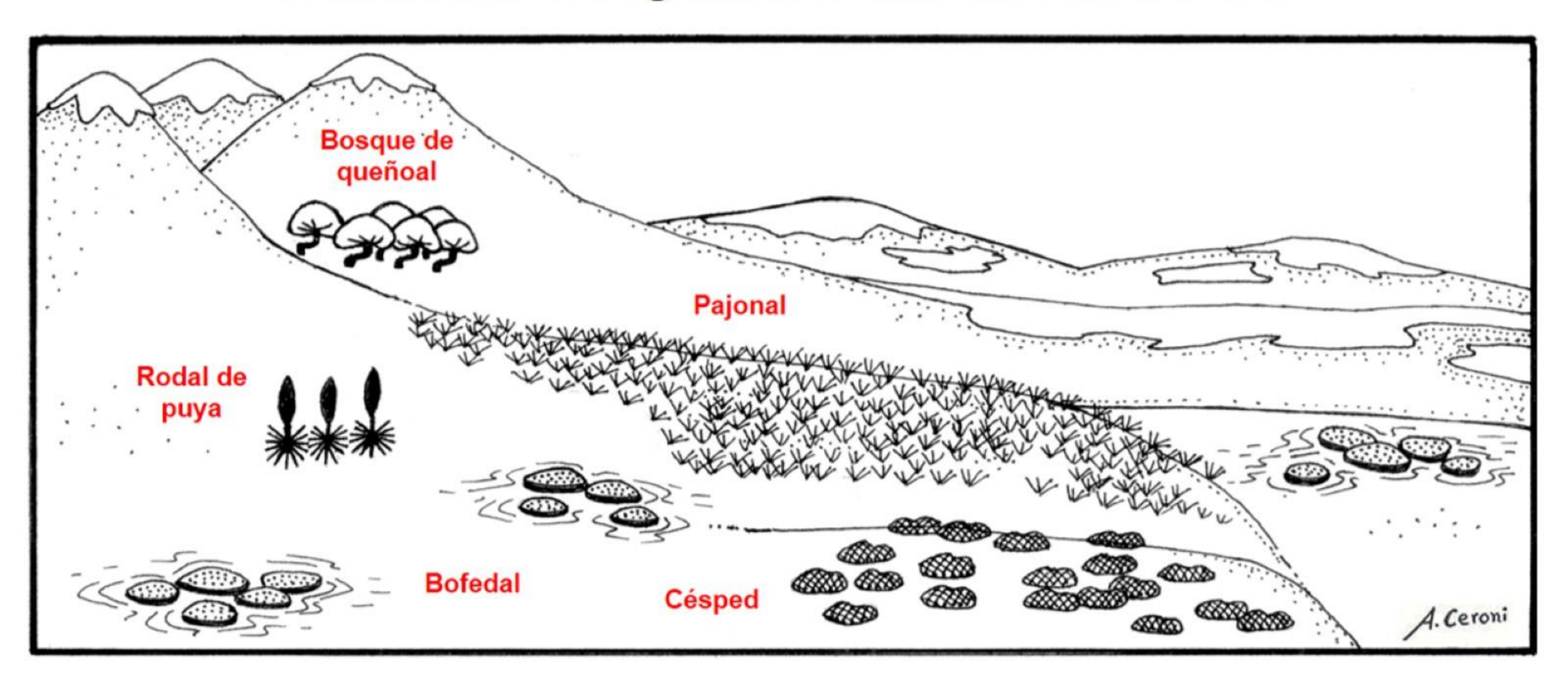
Senecio canescens “wila-wila”
Familia Asteraceae



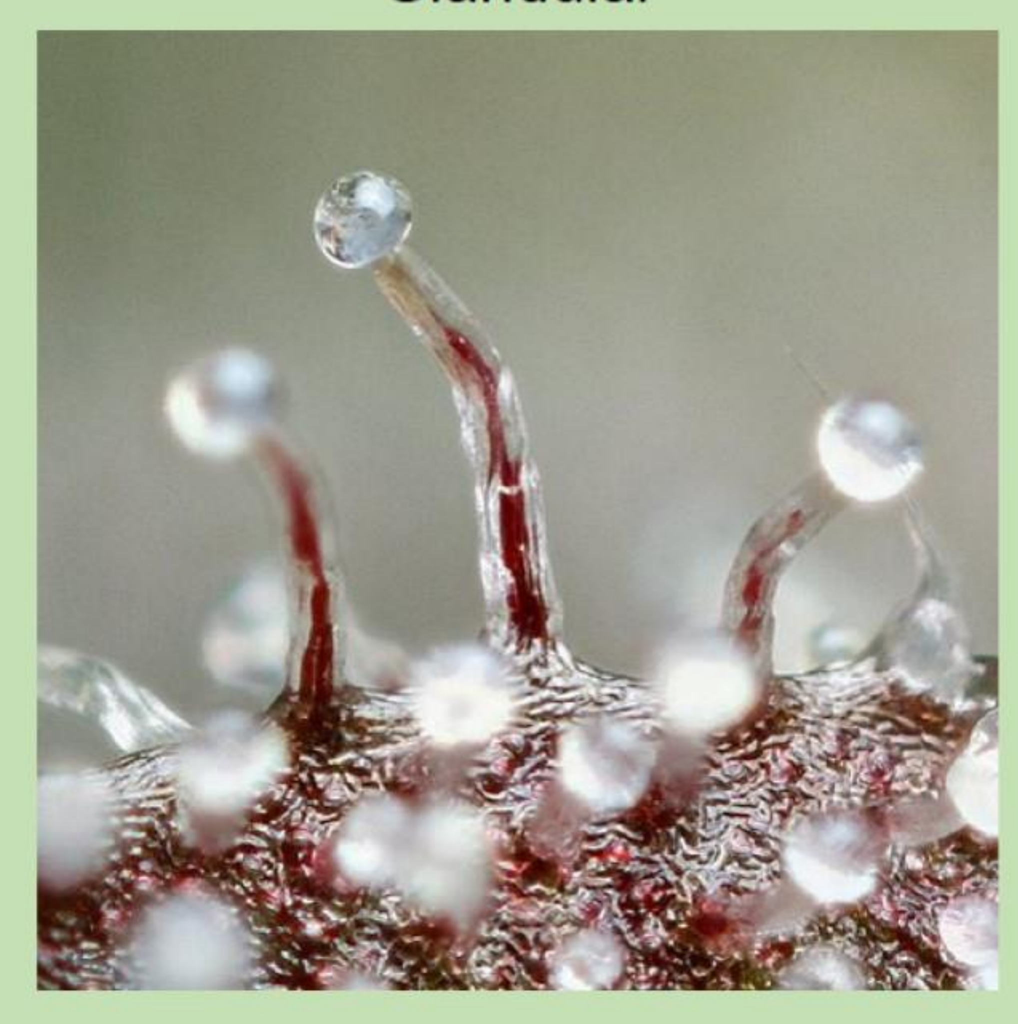
Austrocylindropuntia floccosa
Familia Cactaceae

Algunas plantas altoandinas presentan abundantes pelos simples, dándole una superficie blanquecina o canescente, que funcionan como un mecanismo adaptativo **regulador de la temperatura** y **protector de la radiación**.

Formaciones Vegetales de la Puna en el Perú



Glandular



En plantas como en el “tabaco” donde secretan diversas sustancias como esencias, mucílagos o narcóticos.



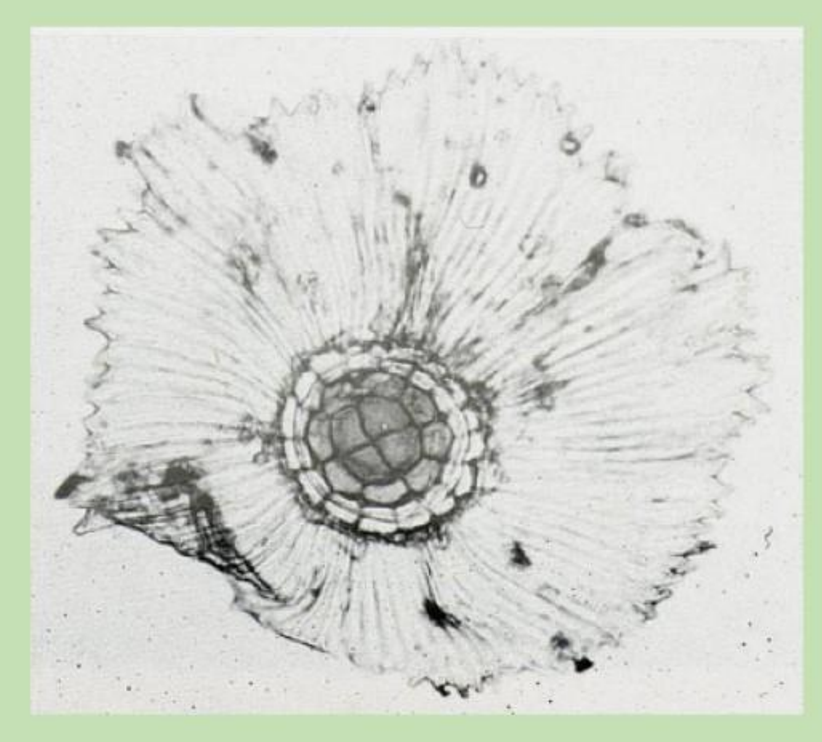
Uno de los mecanismos de defensa de la planta de papa contra los insectos pequeños es la presencia de tricomas glandulares. Las glándulas segregan una sustancia pegajosa que se endurece y paraliza al insecto.

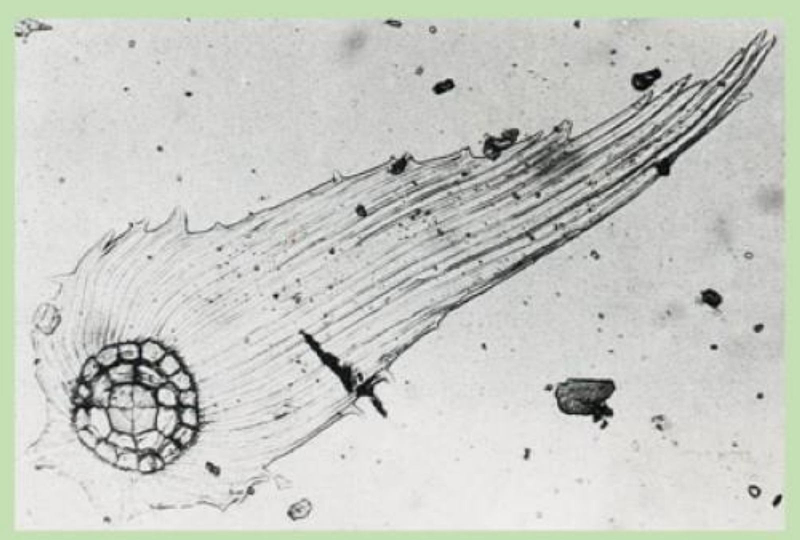
Urticante



Con funciones defensivas por las sustancias que contiene como acetil colina, histamina y formiato de sodio, como en la “ortiga” y “loasas”.

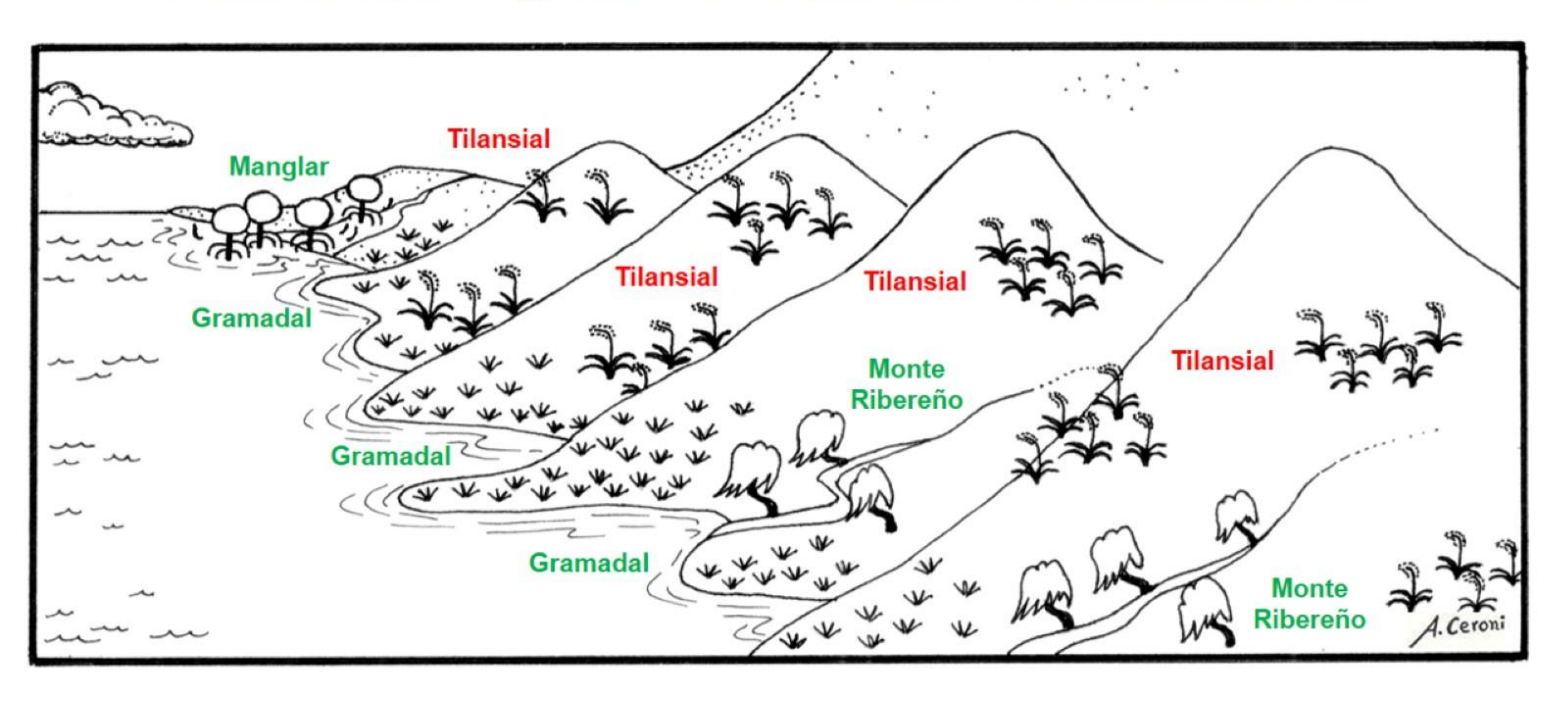
Escuteliforme





En plantas carentes de sistema radicular como en las “tilansias” o “cardo de lomas”.

Formaciones Vegetales del Territorio Costanero del Perú



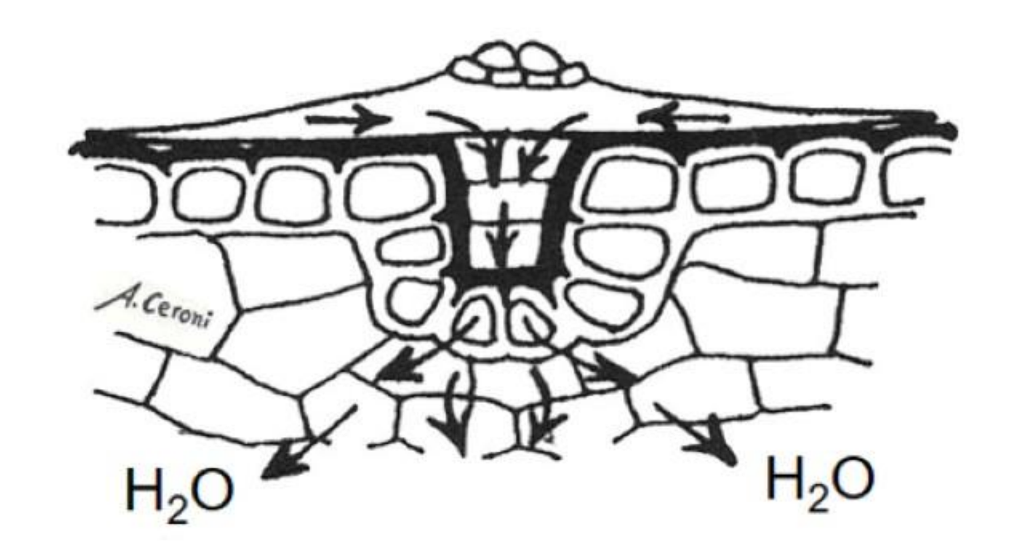


Mecanismo de absorción de agua por el tricoma

H_2O H_2O

A.Ceroni

Pelo seco

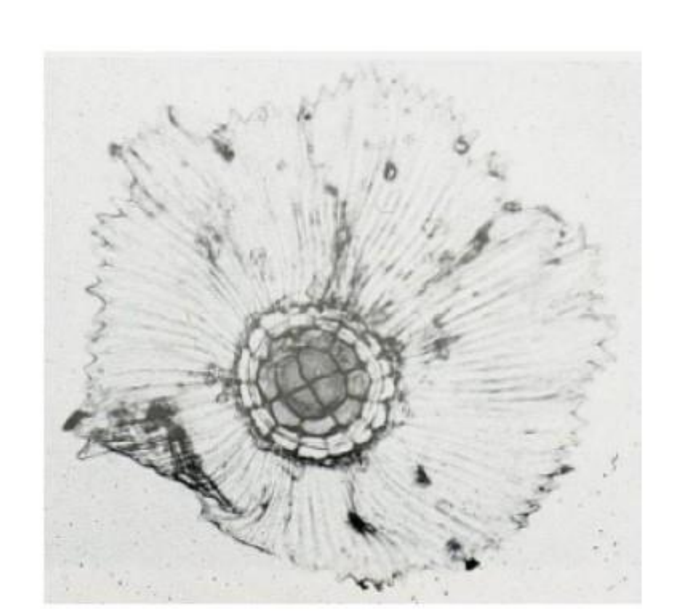


Pelo humedecido

CURIOSIDADES BOTÁNICAS

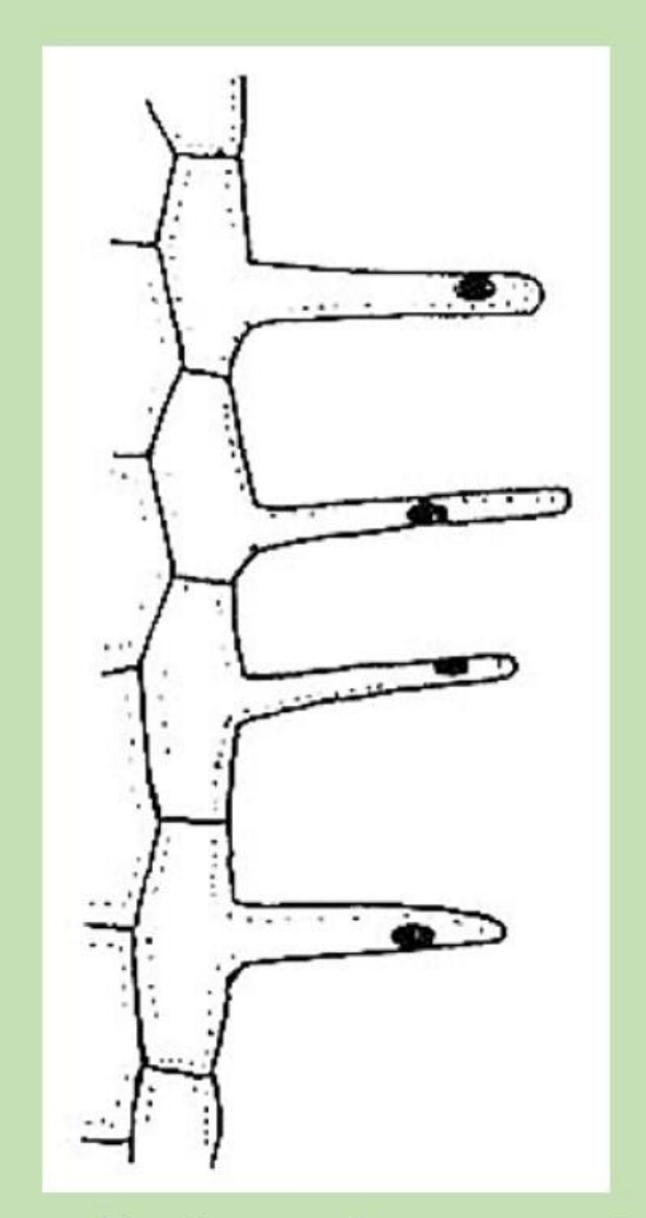
¿Por qué las tilansias pueden crecer sobre tejados de las casas y cables de alumbrado eléctrico?

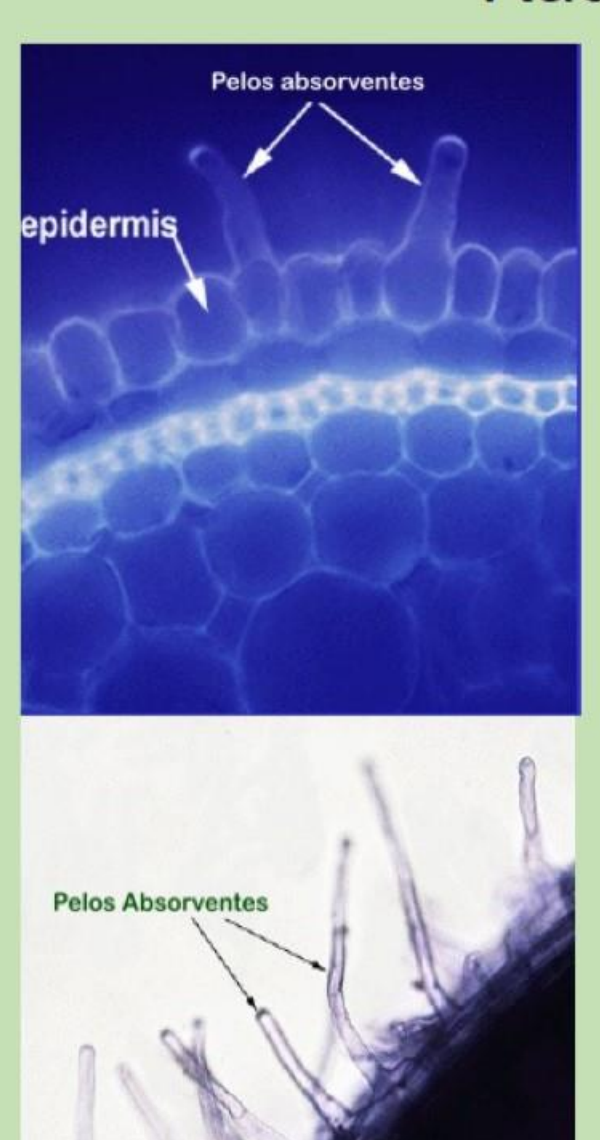
Debido a los tricomas escuteliformes que les permiten tomar el agua necesaria para vivir




Por esta misma razón en algunos cultivos como la piña se puede aplicar abonos foliares

Radical





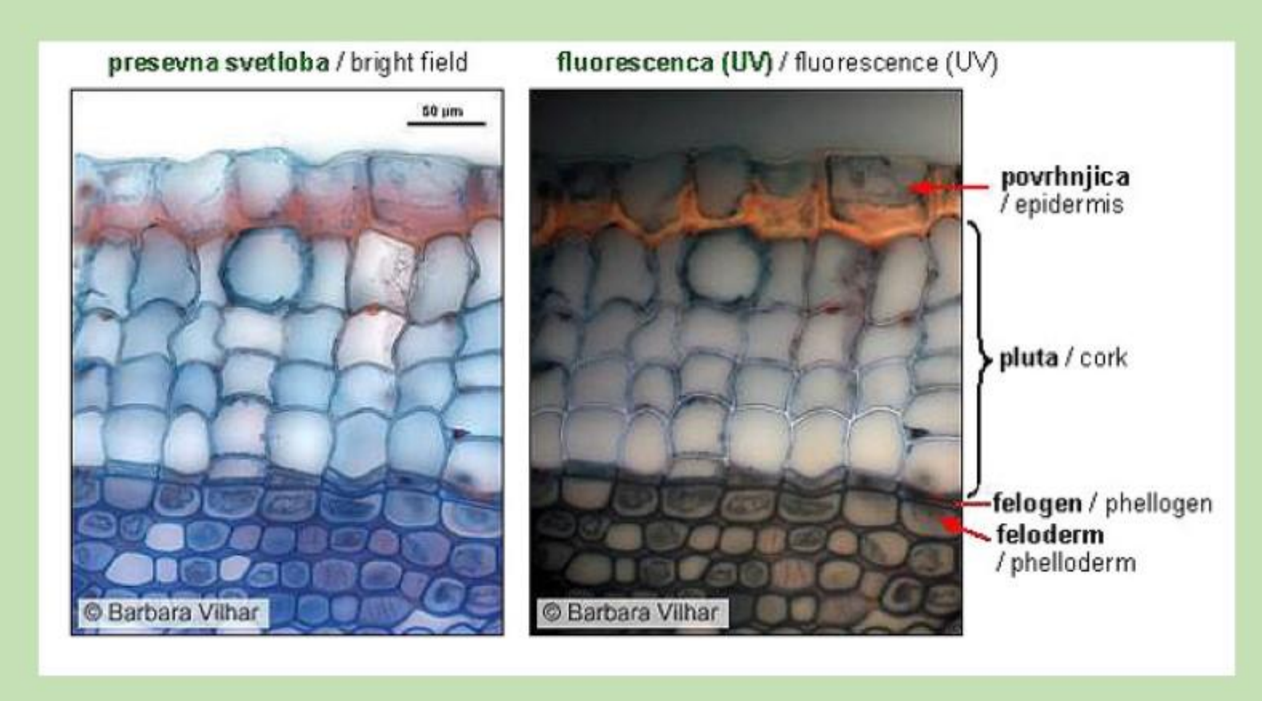


En las raíces con funciones de absorción de agua y sustancias minerales del suelo

SÚBER O CORCHO

Tejido de protección del cuerpo adulto de la planta.

Las células de corcho provienen de las células que se forman hacia fuera del cambium suberógeno.



CURIOSIDADES BOTÁNICAS

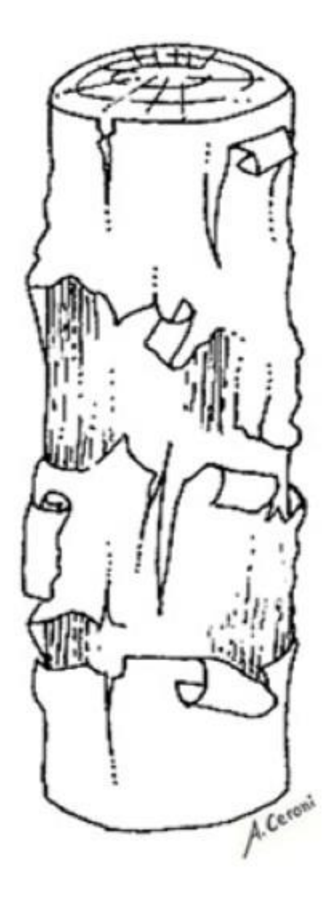
El "alcornoque" forma abundante súber, por el cambium suberógeno y se cultiva para extraer el corcho



Quercus suber "alcornoque"

En otras plantas como en el "eucalipto" se presenta a manera de láminas y se llama **ritidoma**.

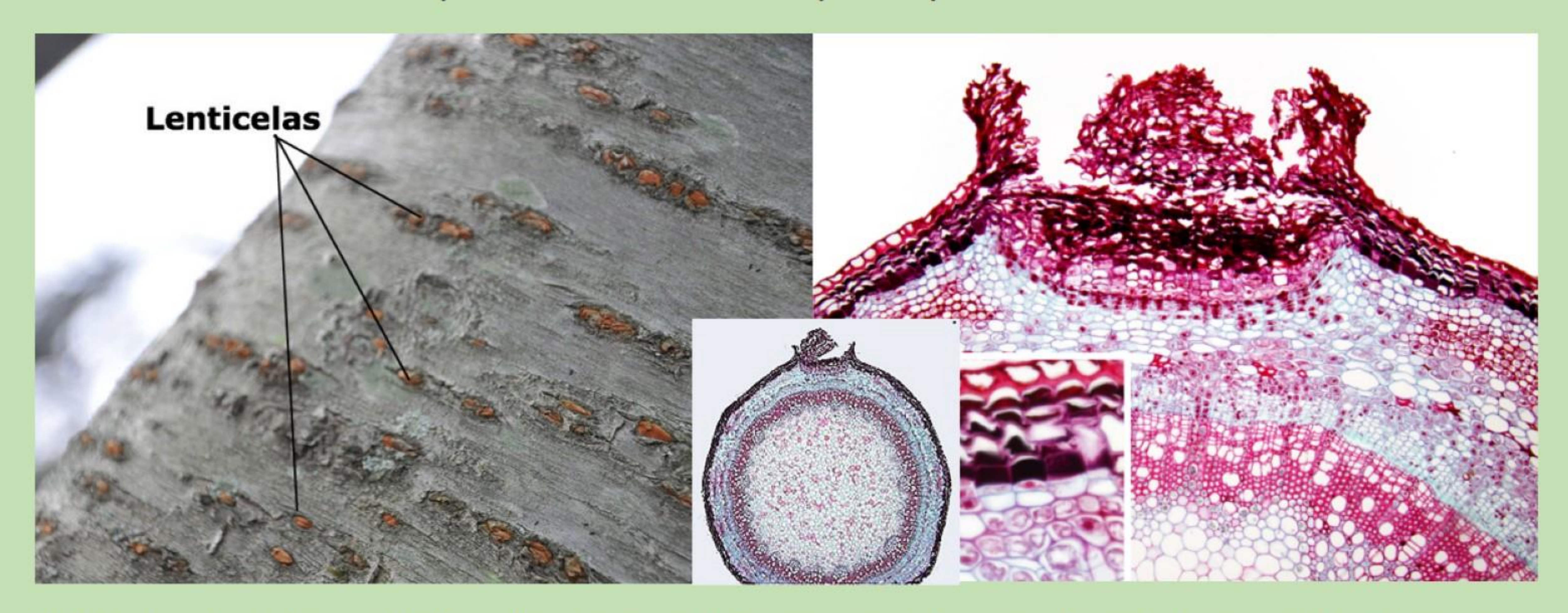




***Eucalyptus* spp.** "eucalipto"

LENTICELAS

La continuidad de la capa de corcho es rota por la presencia de las **lenticelas**.



A través de estas el tallo y las ramas leñosas pueden realizar intercambio gaseoso, cumpliendo una **función similar a los estomas** en la epidermis.

TEJIDOS PARENQUIMÁTICOS

El parénquima, llamado también tejido fundamental, es el tejido formado por células poco especializadas.

Parénquima significa "tejido uniforme".

Se encuentra distribuido en toda la planta: en la **corteza** y **médula** de tallos y raíces; en el **mesófilo** de las hojas; en la **pulpa** de los frutos suculentos y en el **endosperma** de las semillas.

En este tejido se realizan las funciones esenciales de la planta, como: la **fotosíntesis**; la **respiración**; el **almacén** de sustancias de reserva; la **secreción**; etc.

Sus células se caracterizan por ser **vivas**, de **paredes celulares delgadas**, tener **grandes vacuolas**, con **espacios intercelulares** y tener **plastidios**.

PARÉNQUIMA CLOROFILIANO (CLORÉNQUIMA)

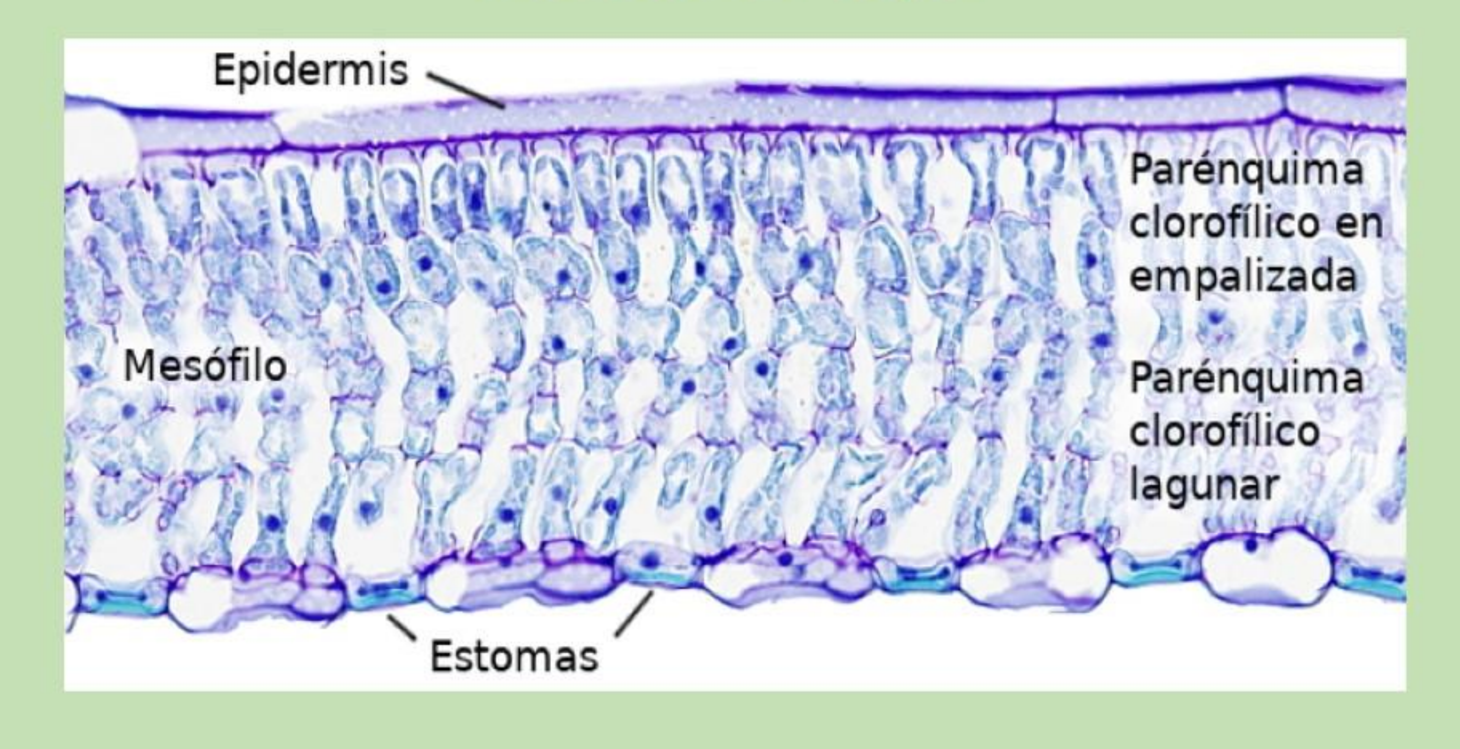
Tienen **cloroplastos** y realizan fotosíntesis.

Corteza de tallos

Mesófilo de hojas



“alfalfa”



“chirimoya”

Por la forma de sus células puede ser en empalizada o isodiamétrico

PARÉNQUIMA DE RESERVA

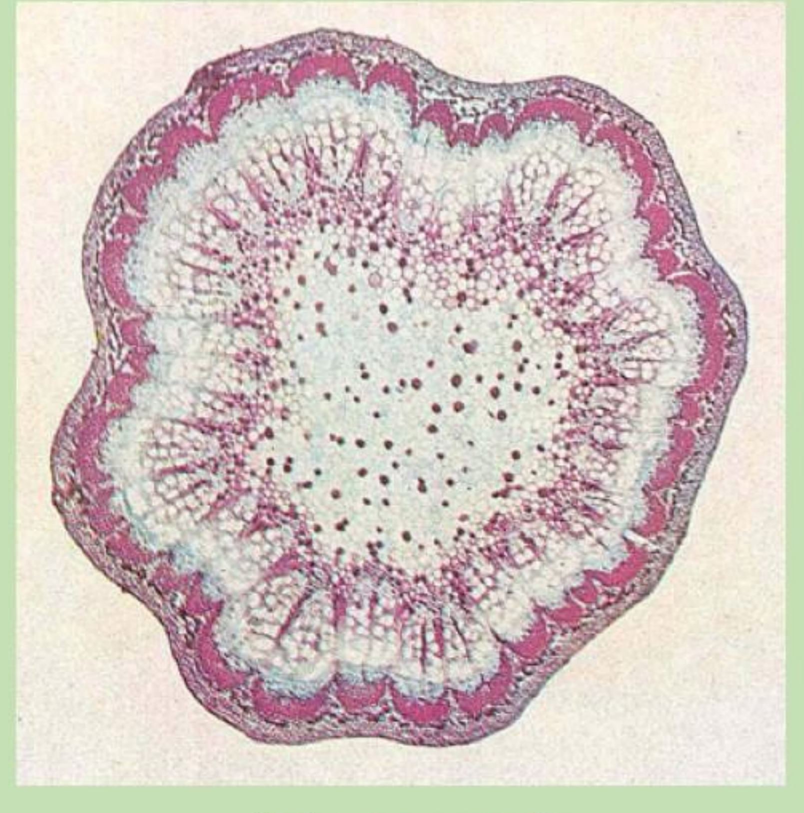
Sintetiza y almacena diferentes sustancias como gránulos de almidón, cristales de proteínas, gotas lipídicas, azúcares, sustancias nitrogenadas, etc. Presentan **leucoplastos**.

Médula y corteza de raíces



"trigo"

Médula de tallos



"sicomoro"

Pericarpo de frutos carnosos

Endosperma de semillas



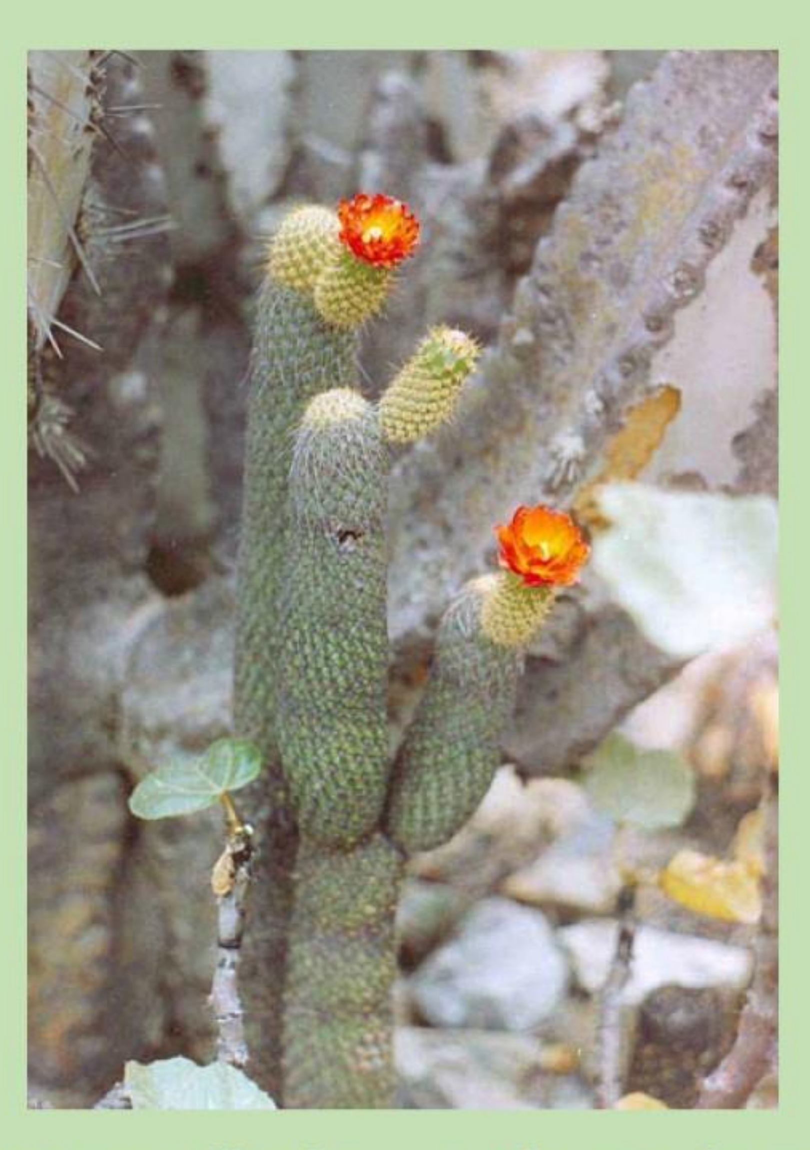
"plátano" y "pijuayo"

"cebada", "arroz", "trigo" y "maíz"

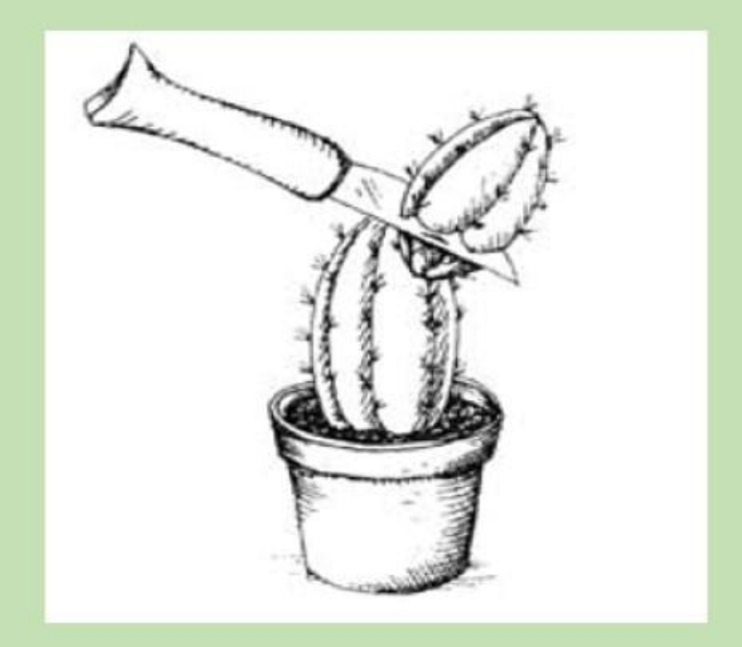
Algunos parénquimas de reserva especializados **almacenan agua**, tal como sucede en las cactáceas.



Neoraimondia arequipensis



Austrocylindropuntia pachypus



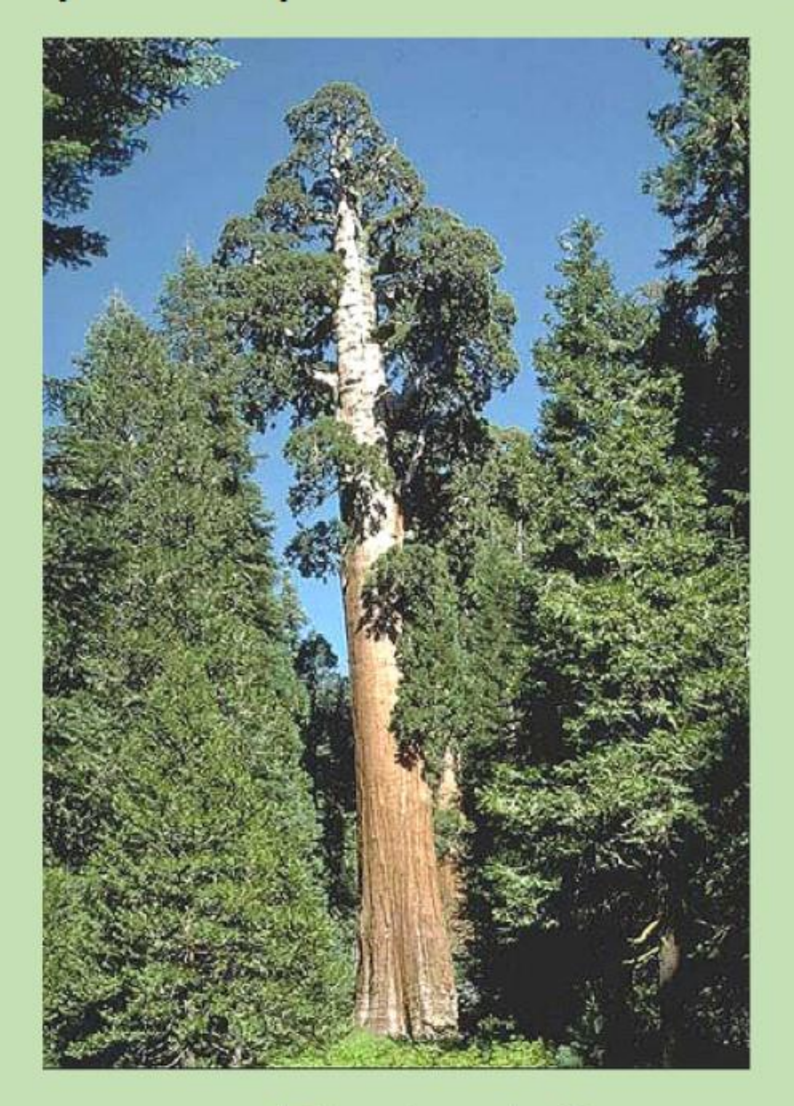




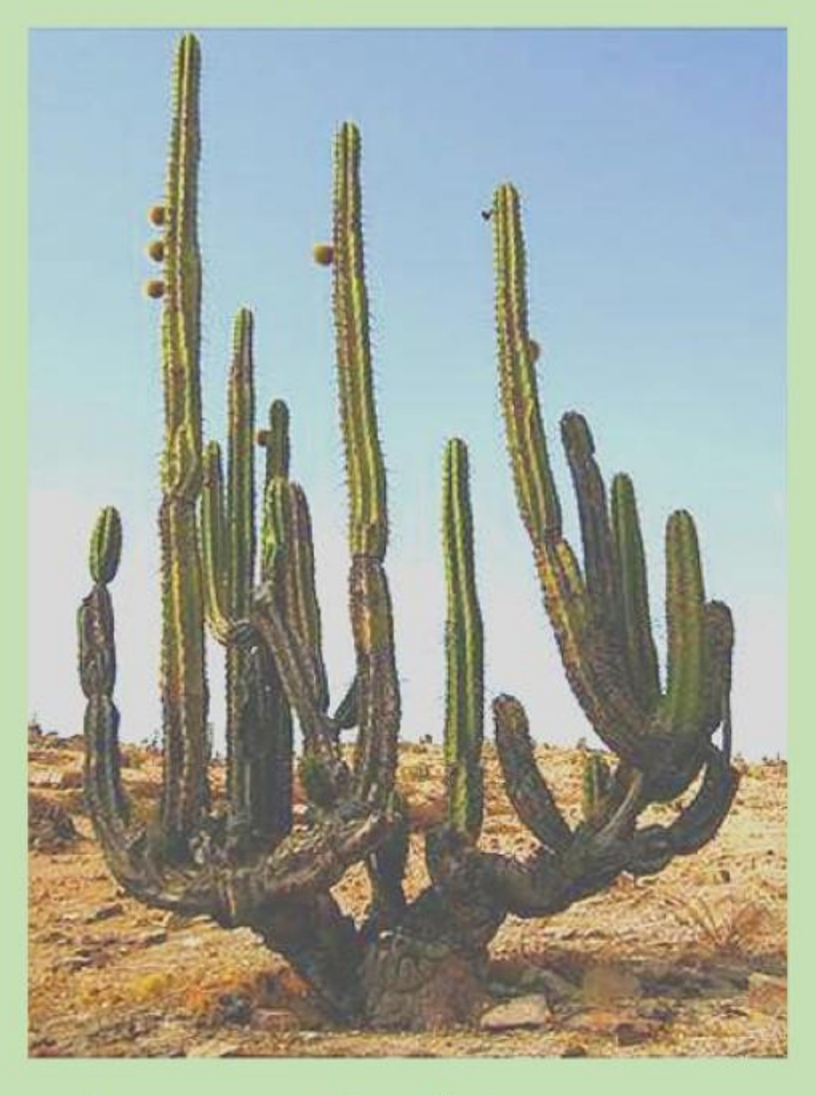


TEJIDOS MECÁNICOS

Aquellos que le van a dar **soporte** y **resistencia mecánica** a la planta.







Plantas leñosas muy rígidas o herbáceas gigantes muy flexibles

Los tallos aéreos de las plantas terrestres son movidos fuertemente por el viento y por lo tanto necesitan resistencia a la **flexión**.

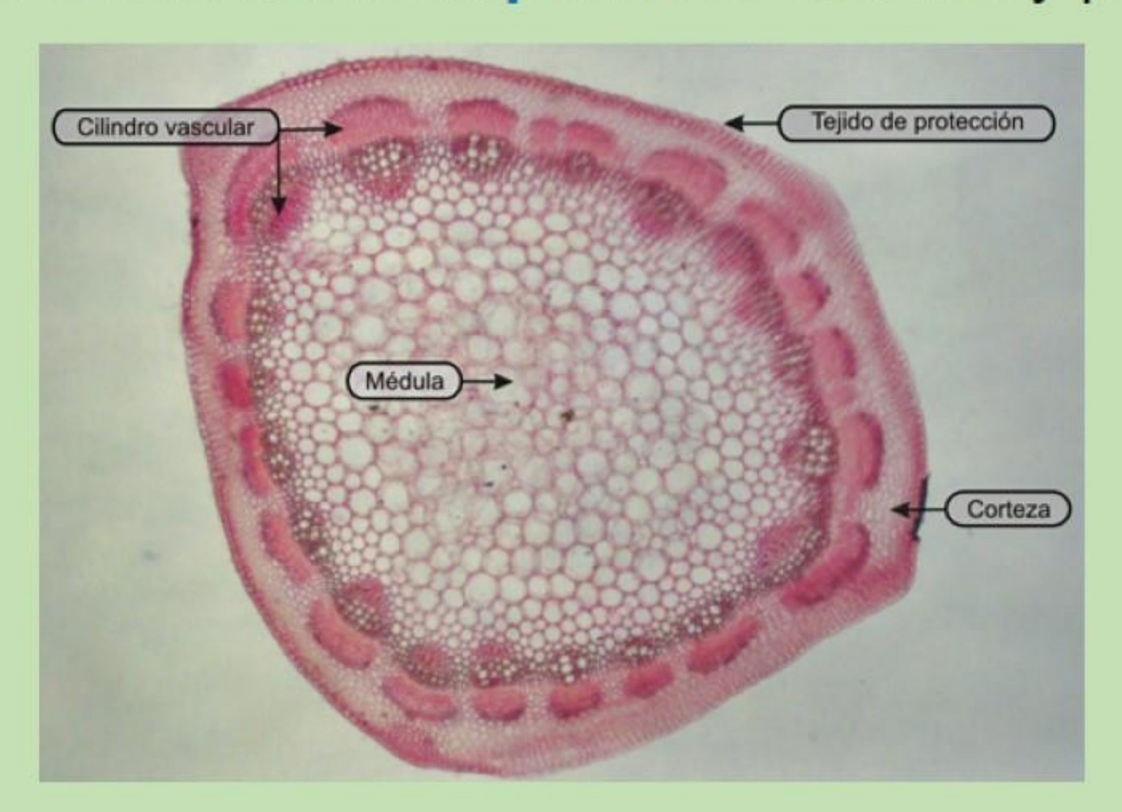


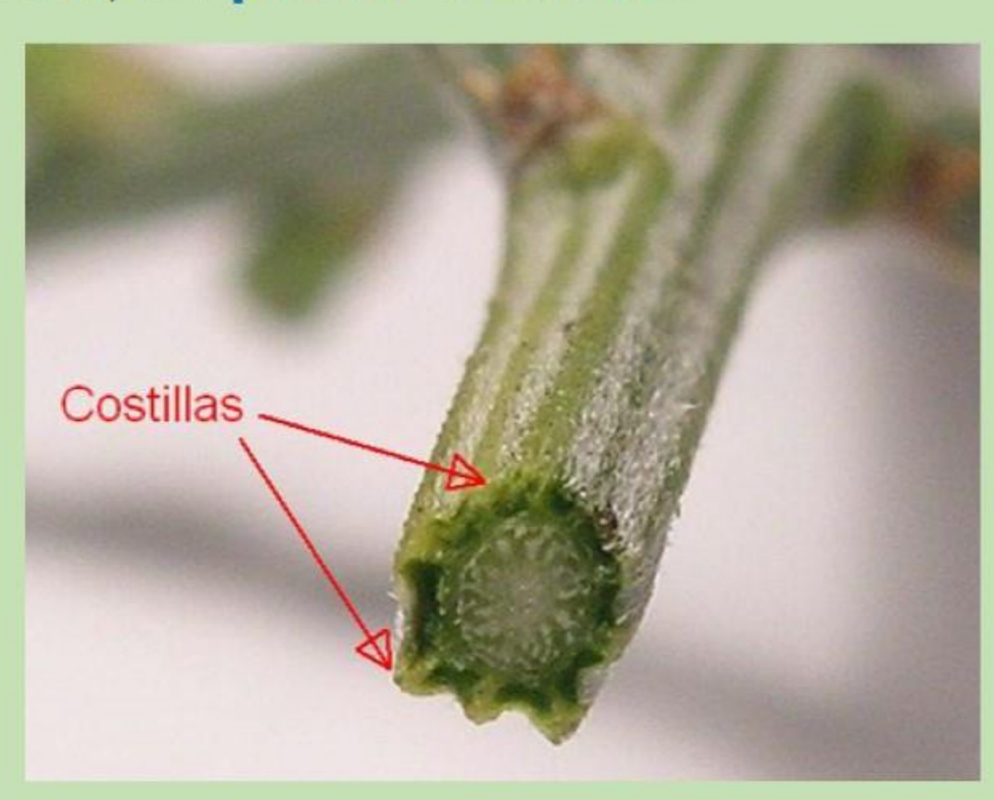
COLÉNQUIMA

Tejido vegetal simple, formado por un sólo tipo de **células vivas** que en la madurez tienen **paredes celulósicas** muy engrosadas.

Sirve de sostén de los órganos en crecimiento por la resistencia y extensibilidad de sus paredes celulares.

Se encuentra en la **periferia** de tallos y pecíolos, en **partes florales**.



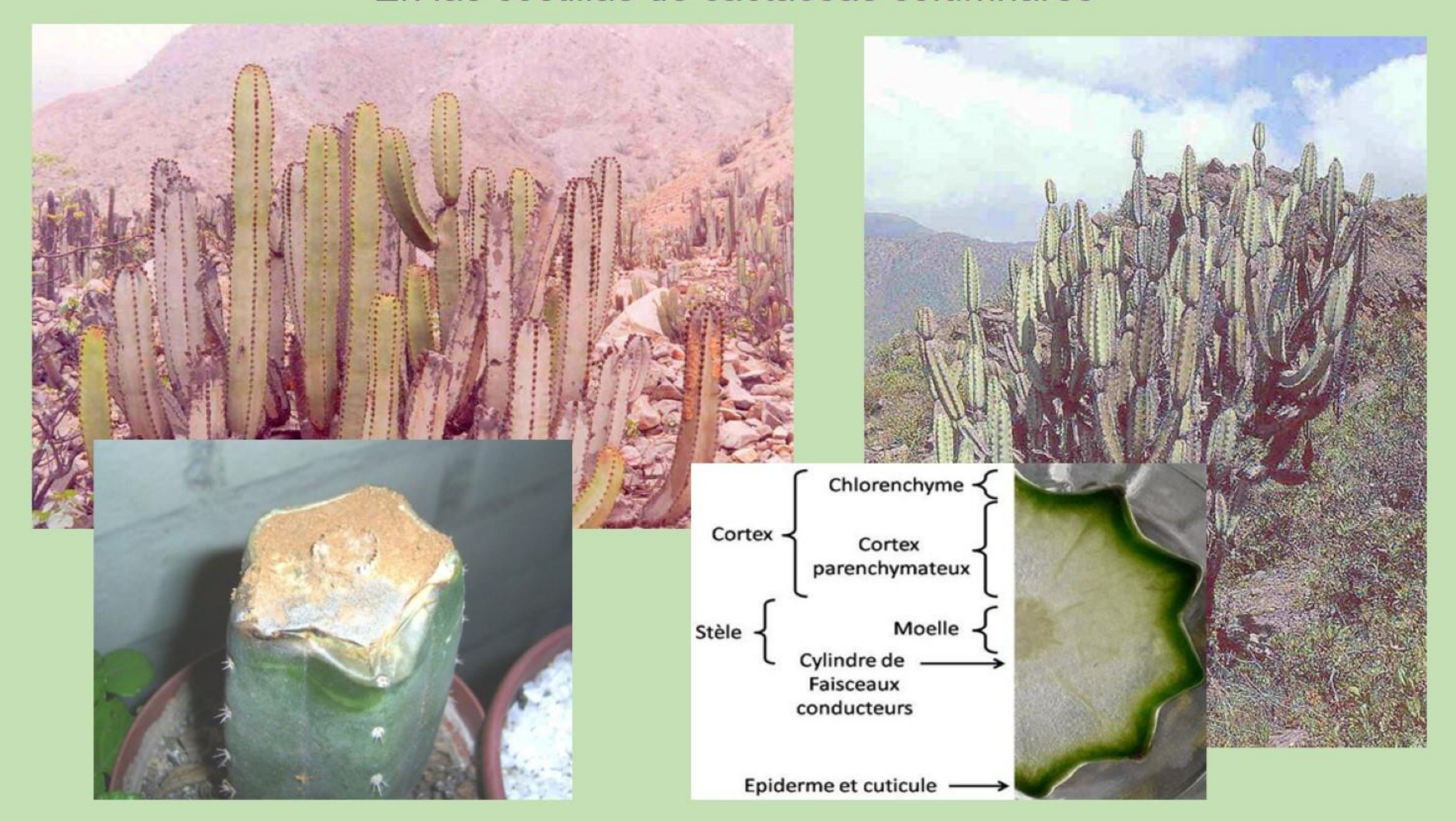


En las **esquinas** de algunos tallos, como en la “menta”, la “alfalfa”

Xilema II
Zona cambial
Floema II
Fibras
Colénquima
Epidermis con tricomas

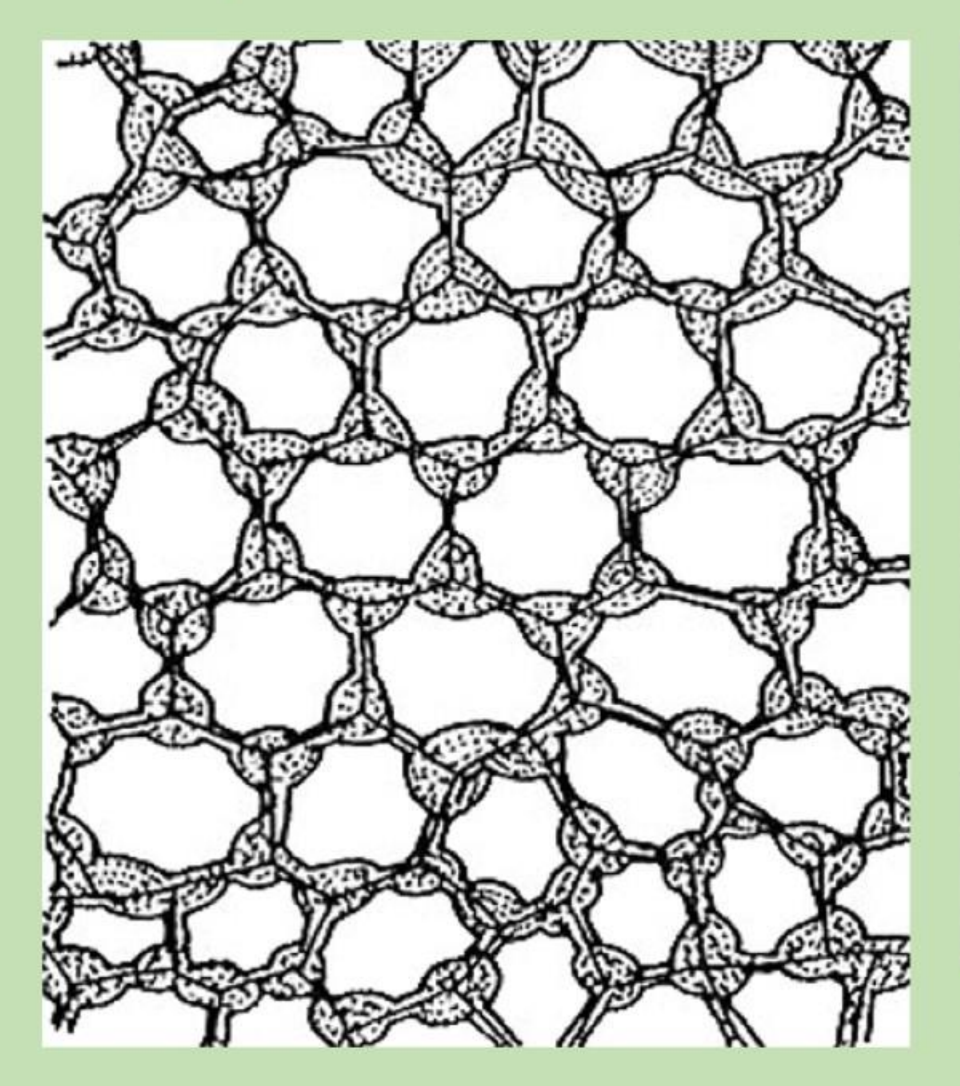
epidermis
parénquima cortical
médula
haces vasculares
a

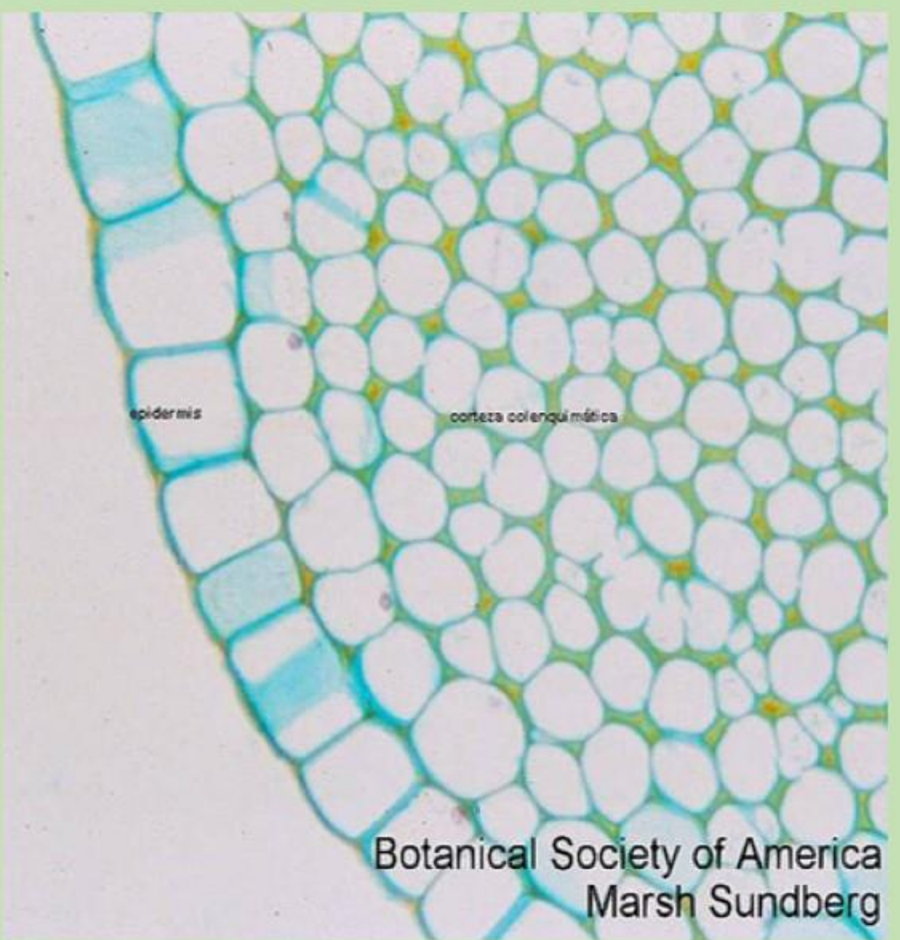
En las costillas de cactáceas columnares



COLÉNQUIMA ANGULAR

Es el más común en donde los engrosamientos son en los **ángulos** en que confluyen varias células.



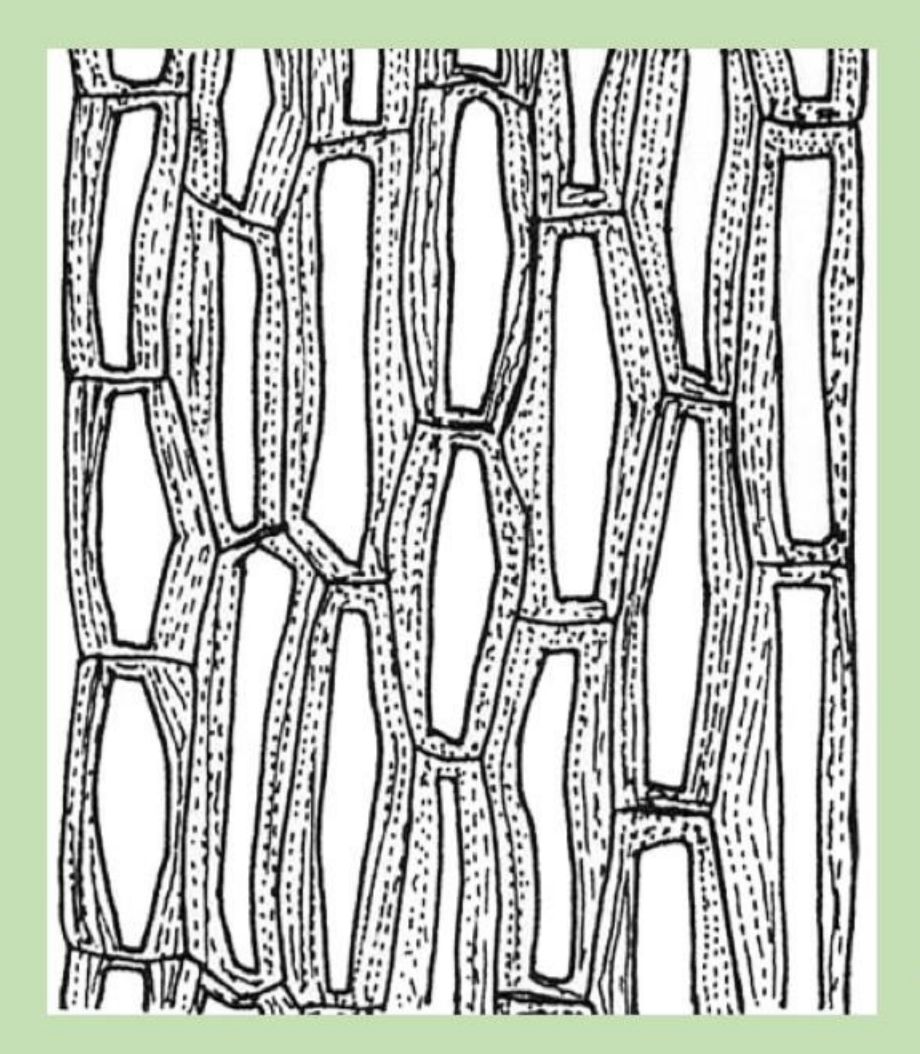


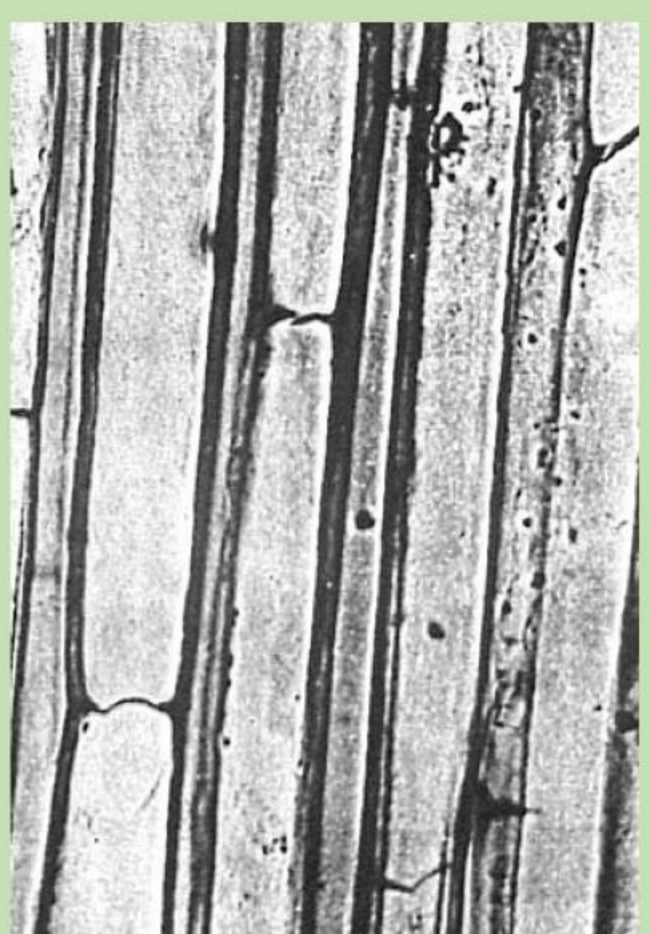


Tallo de “apio”

COLÉNQUIMA LAMINAR

En el cual el engrosamiento es más fuerte sobre las **paredes tangenciales** que sobre las radiales.



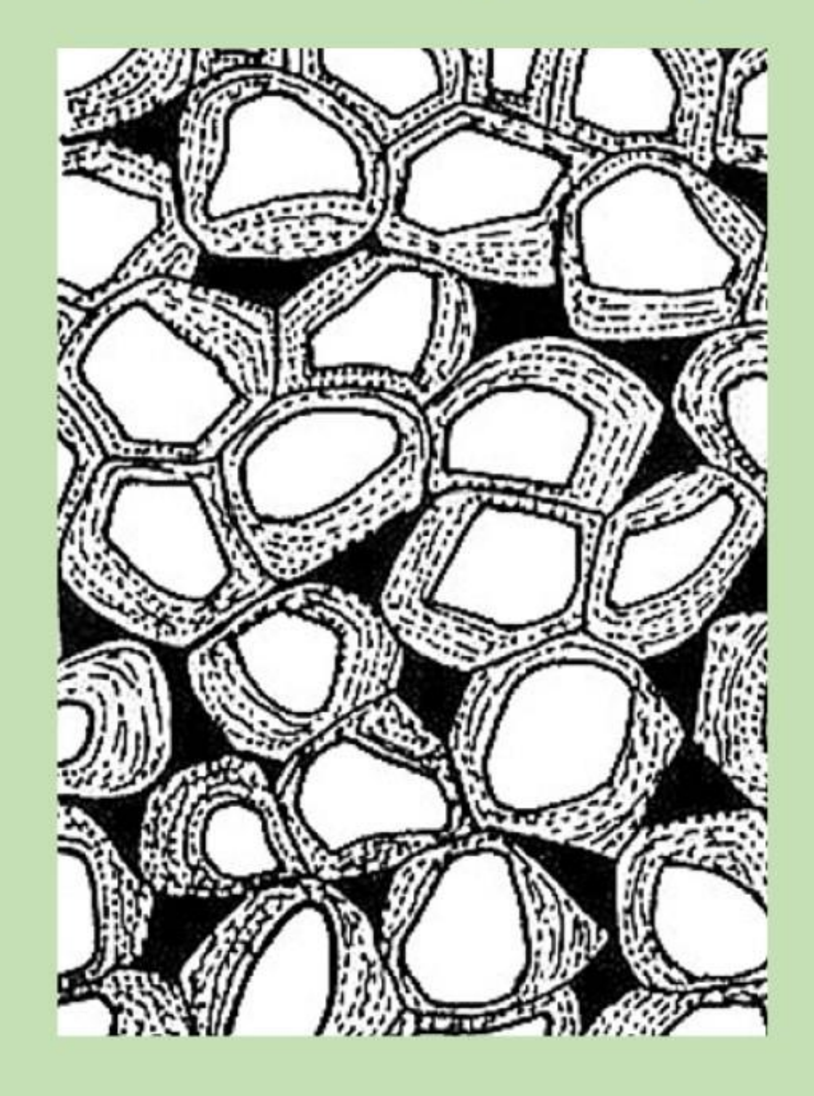


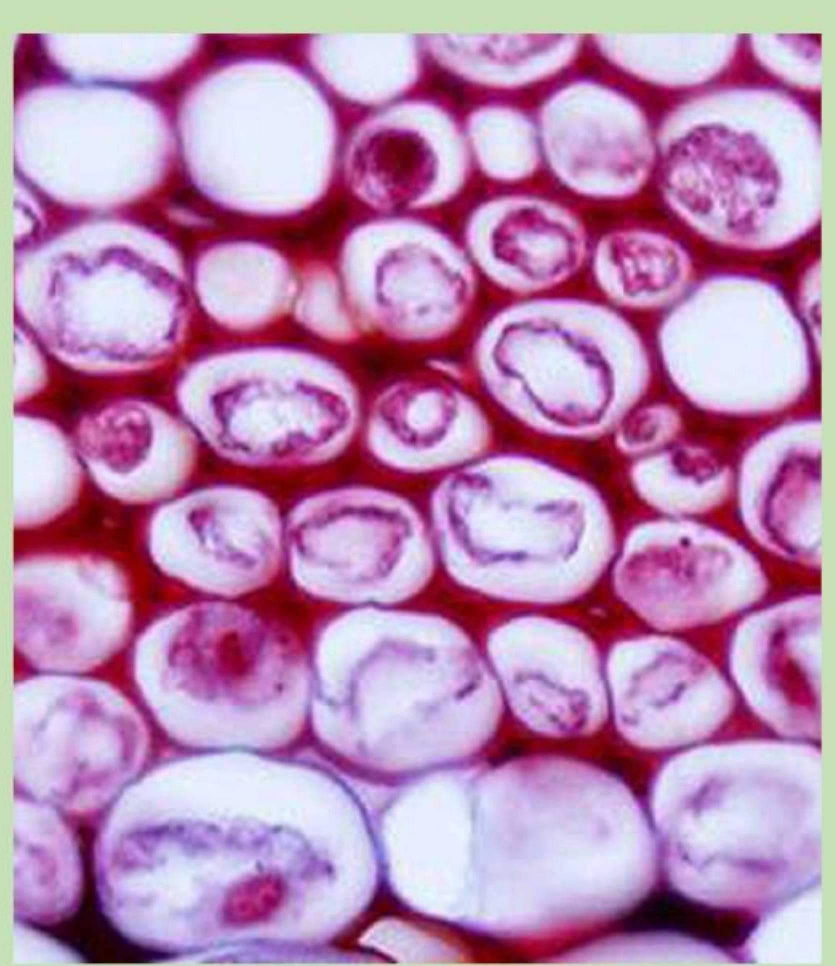


Tallo de “sauco”

COLÉNQUIMA LAGUNAR

En el cual el engrosamiento es principalmente cerca de los **espacios intercelulares**, en las paredes que limitan dichos espacios.





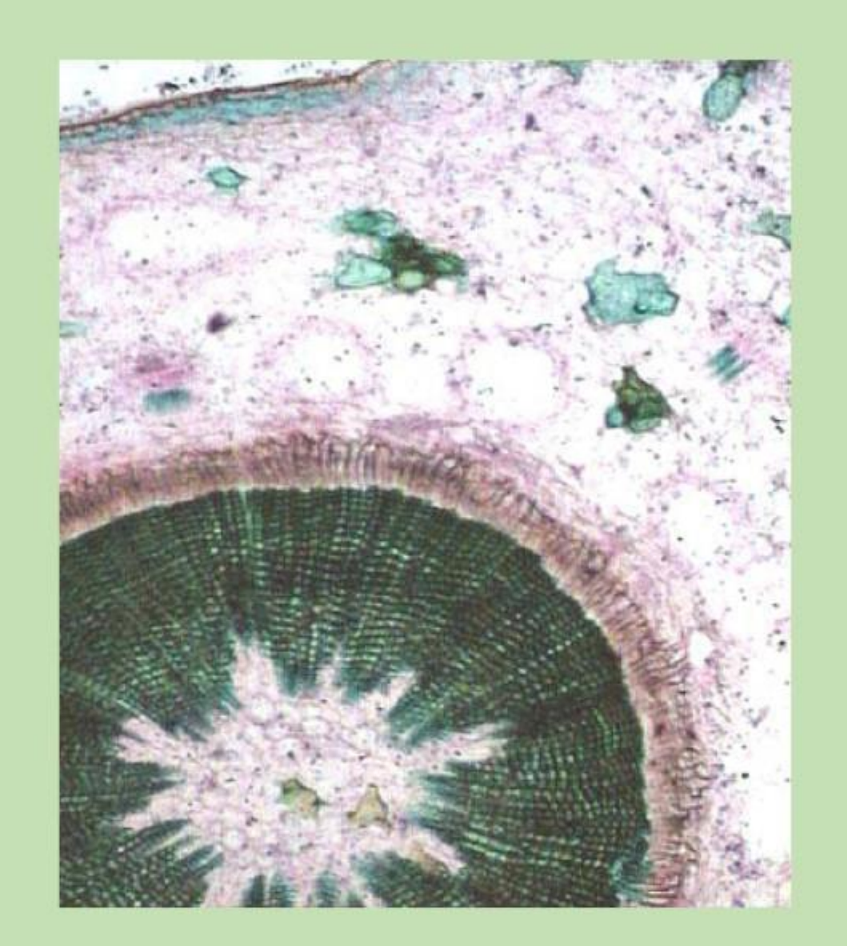


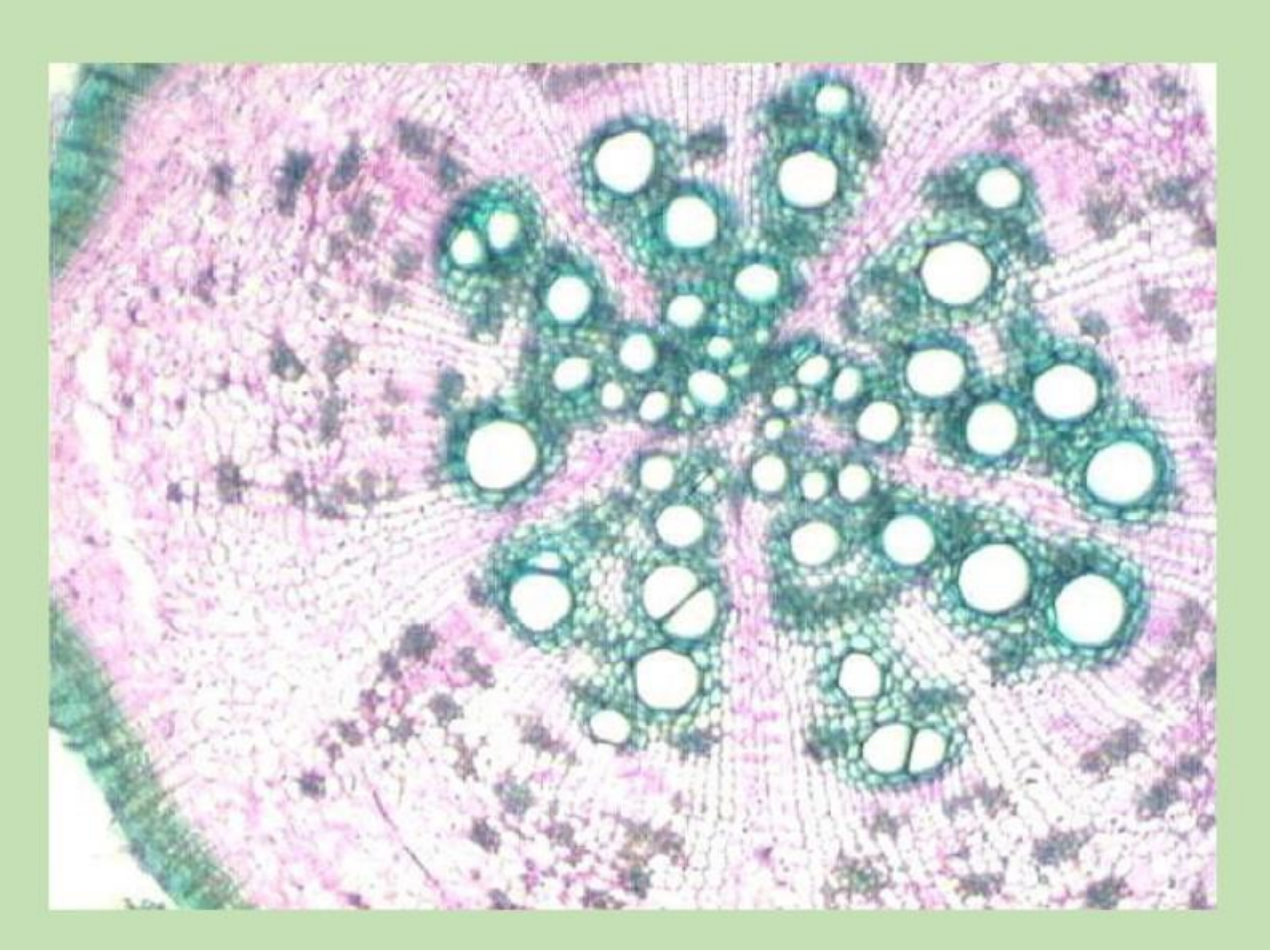
Raíces aéreas de “costilla de Adán”

ESCLERÉNQUIMA

Tejido vegetal simple, pero conformado por **células muertas** con **paredes lignificadas** muy gruesas y rígidas.

Se encuentra en los órganos adultos que ya han dejado de crecer, dando resistencia mecánica a la **corteza** y la **médula**.





FIBRAS

Células típicamente **alargadas con extremos puntiagudos**, lúmen celular muy estrecho y paredes muy engrosadas.



Pueden estar asociadas a los tejidos conductores.

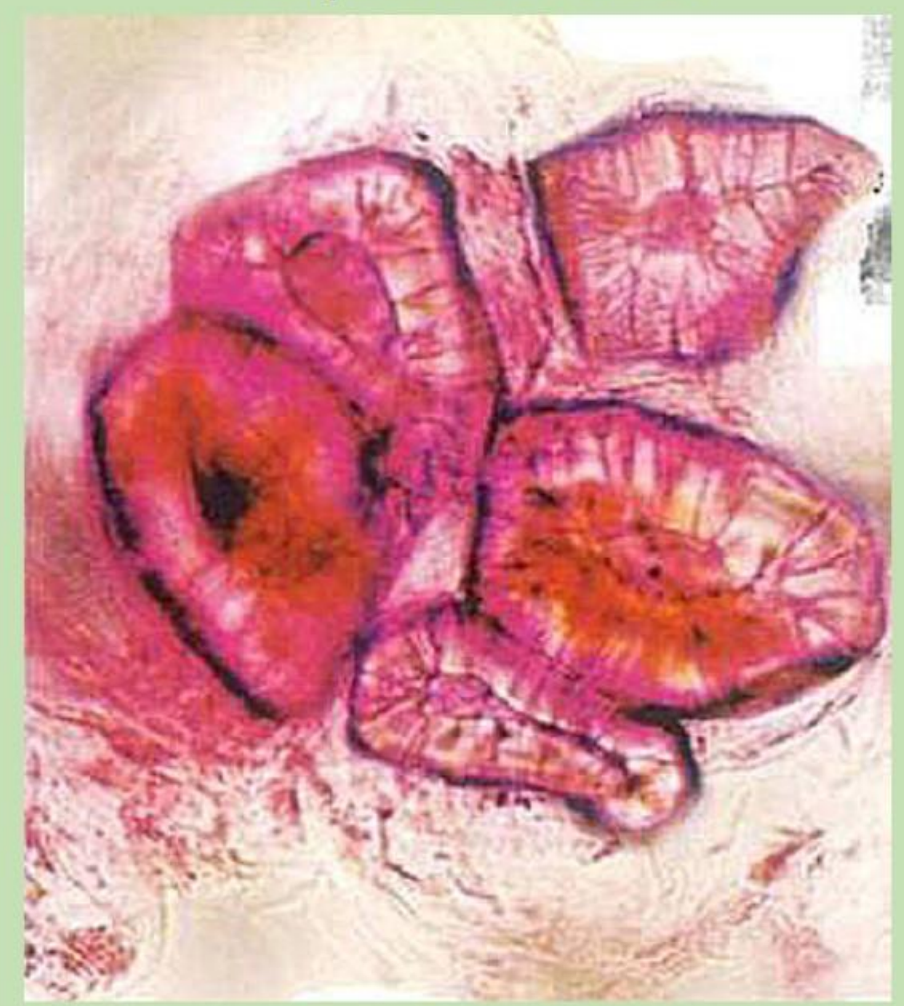
Las **fibras del xilema** o xilares o leñosas, originadas del procambio o el cambium vascular.

Las **fibras del floema** o extra-xilares o liberianas, de origen incierto y perivasculares.

ESCLEREIDAS

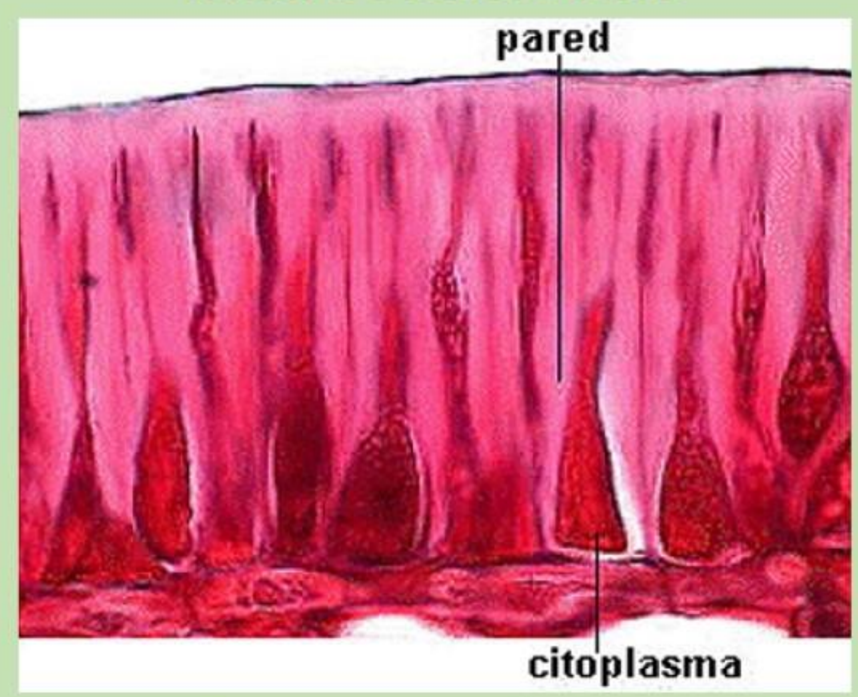
Células más **isodiamétricas de paredes muy lignificadas**. Llamadas también "células pétreas".

Braquiesclereidas

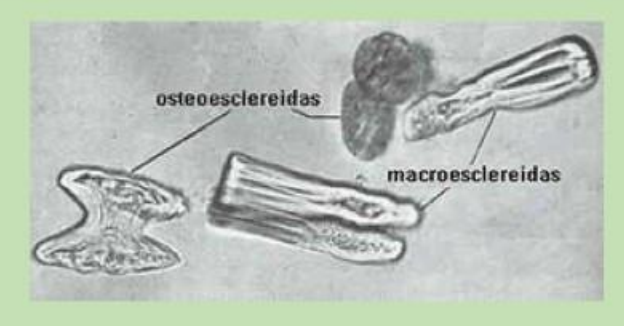


Pulpa de “pera”

Macroesclereidas



Cubierta seminal



Osteoesclereidas

osteoesclereidas
macroesclereidas

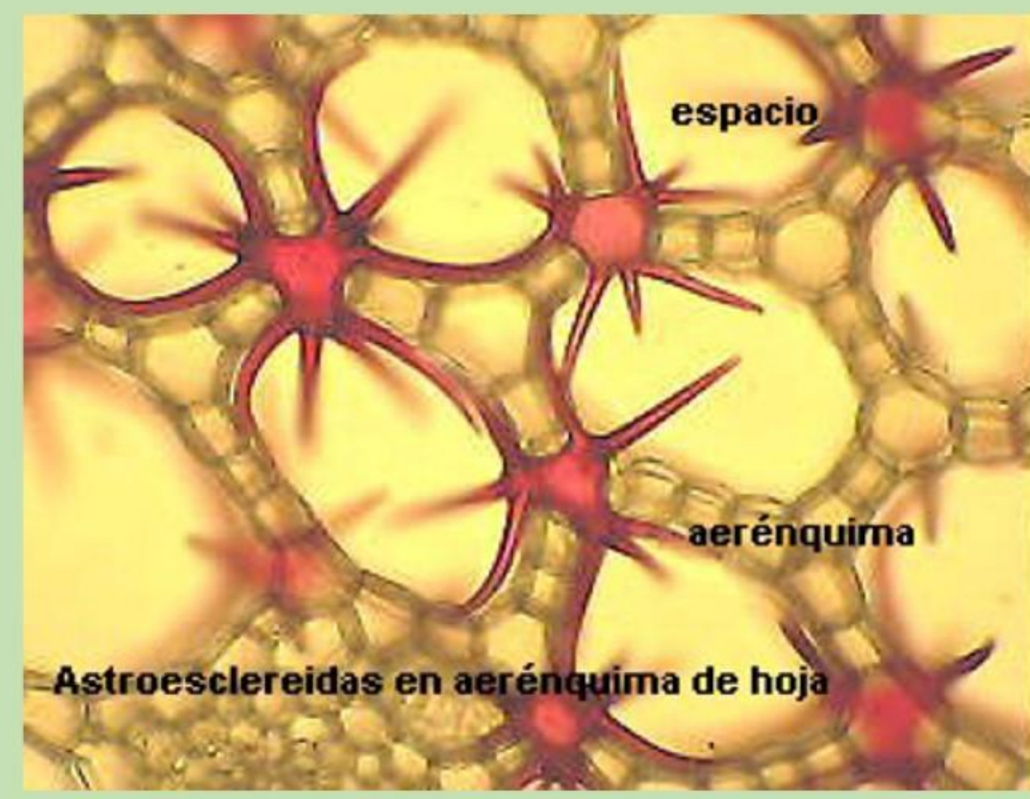


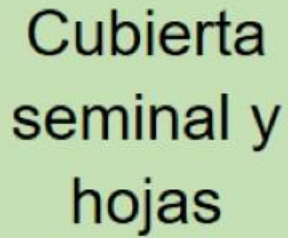
Astroesclereidas





Pecíolos y limbos de hojas



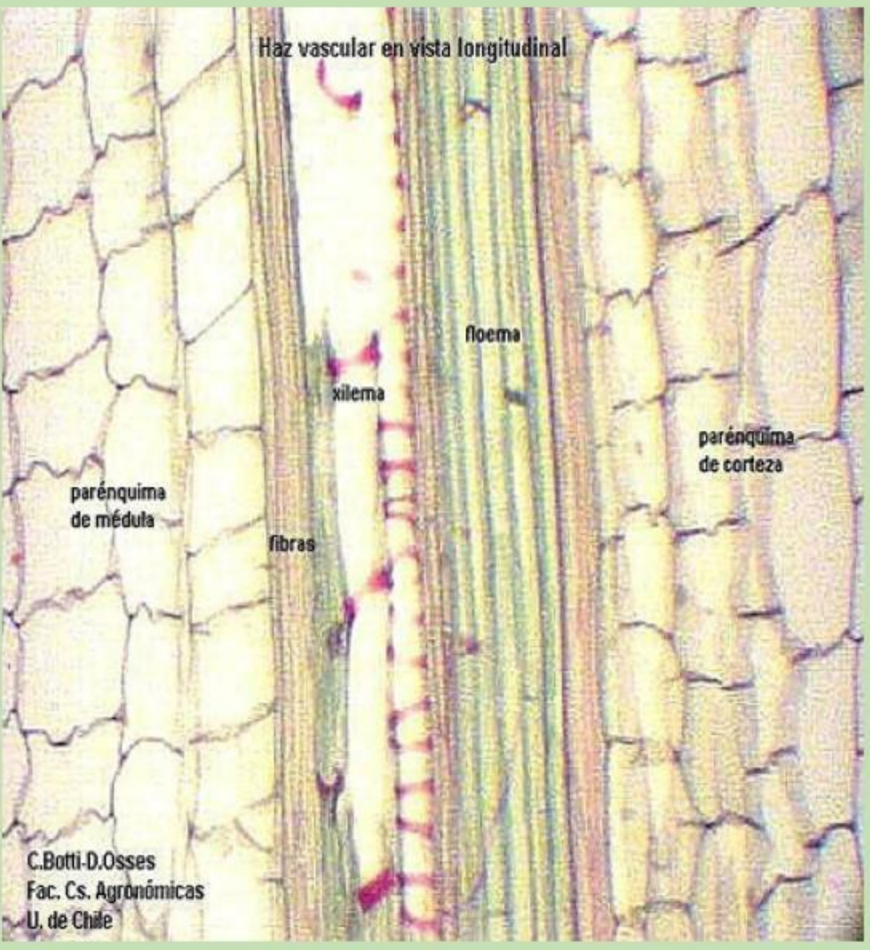


Cubierta seminal y hojas

TEJIDOS CONDUCTORES

Son los encargados del **transporte** de agua, sales y nutrientes a través del cuerpo de la planta.





Son tejidos vegetales complejos ya que están formados por **varios tipos de células**

Conformados por:
FLOEMA y XILEMA

FLOEMA

Es el tejido responsable del **transporte de sustancias nutritivas elaboradas**.

Conformado por:

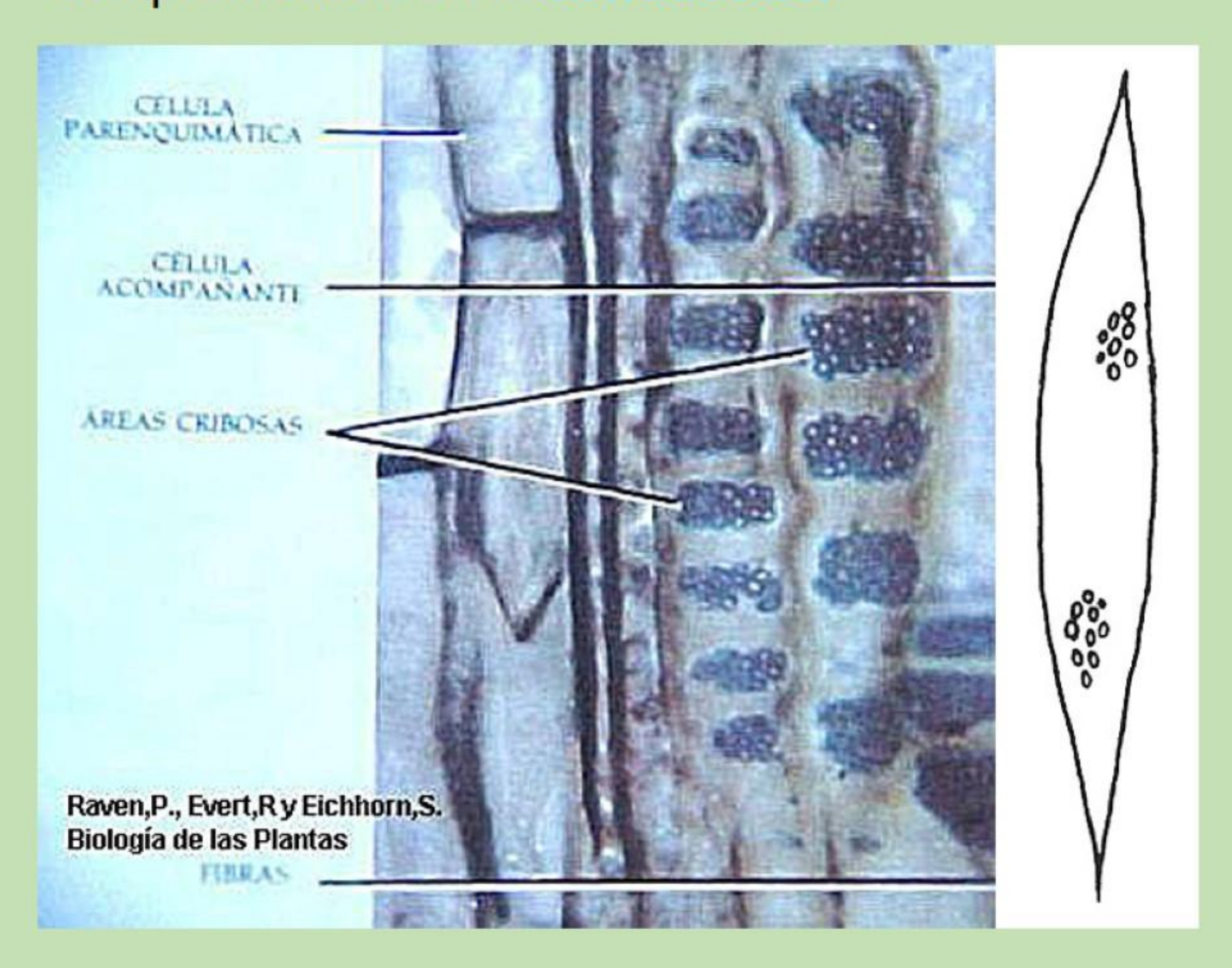
ELEMENTOS CRIBOSOS

CÉLULAS ACOMPAÑANTES

CÉLULAS PARENQUIMÁTICAS

FIBRAS

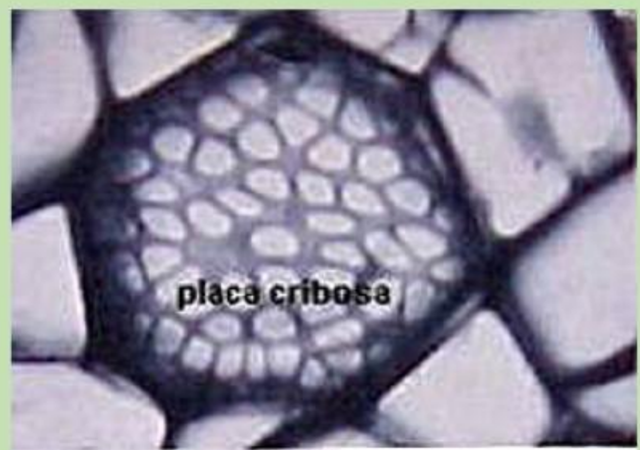
ELEMENTOS CRIBOSOS: Células **con protoplasto vivo** directamente comprometidas en la **conducción**.

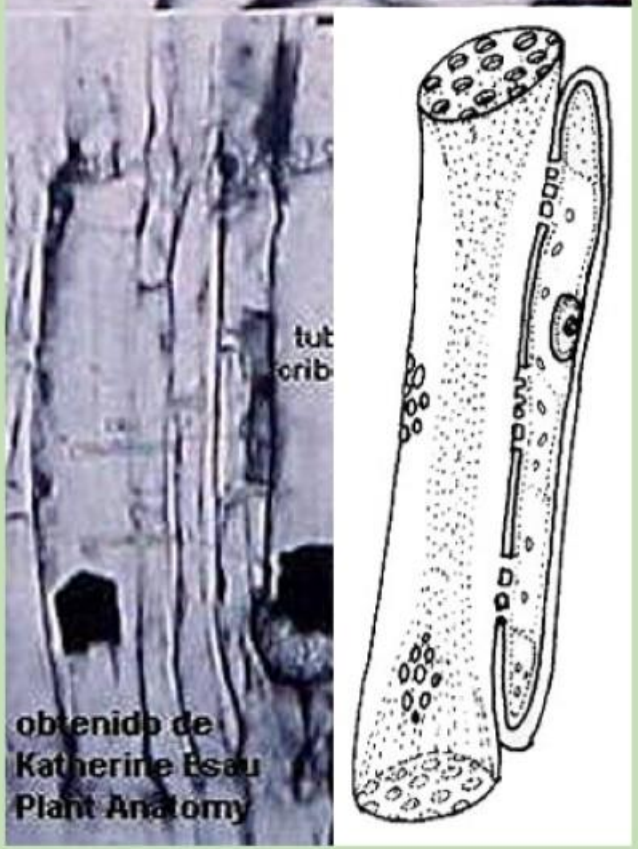


Células cribosas

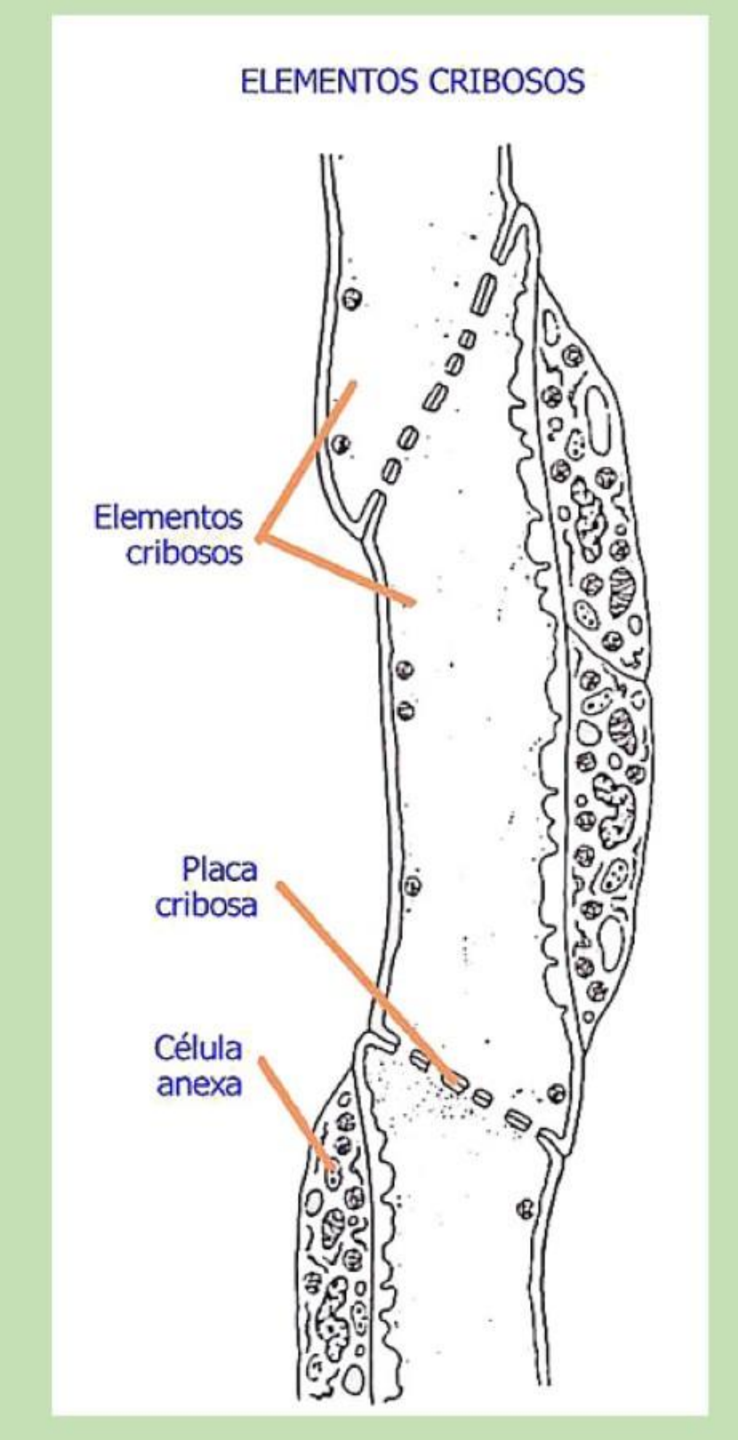
- Células más simples.
- Con extremos afilados.
- Con áreas cribosas.
- Sin células acompañantes.
- Superpuestas unas a otras.
- En plantas más antiguas y modernas.

Tubos cribosos





- Células más complejas.
- Con extremos aplanados.
- Con áreas y placas cribosas.
- Con células acompañantes.
- Unas a continuación de otras, longitudinalmente.
- En plantas modernas.



Proteína P

Placa cribosa

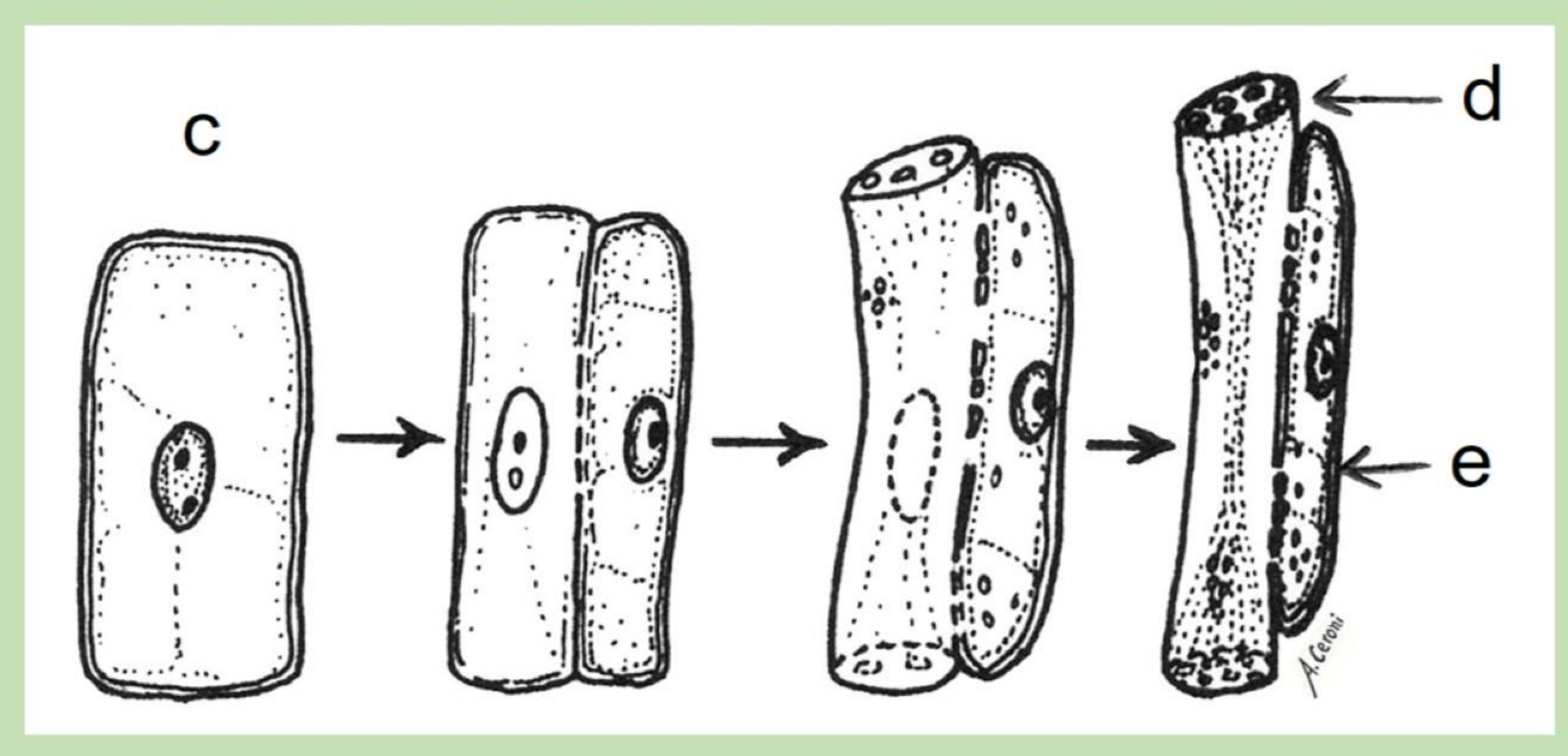
Célula acompañante

Miembro de tubo criboso

CÉLULAS ACOMPAÑANTES

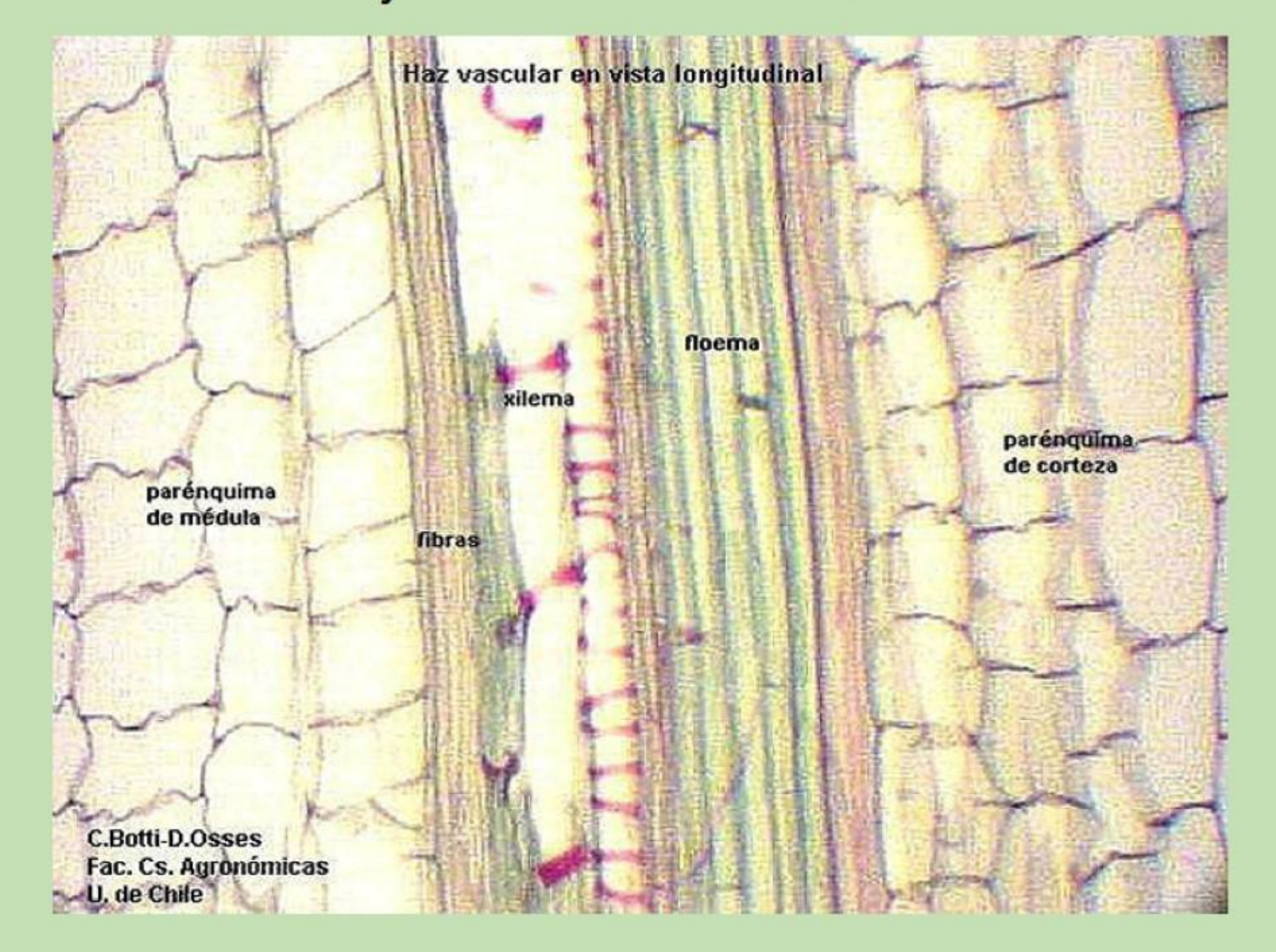
Llamadas también anexas, que son células **parenquimáticas muy especializadas**.

Las células acompañantes (e) se **originan de la misma célula madre (c) que los elementos de tubos cribosos (d)**.



CÉLULAS PARENQUIMÁTICAS Y FIBRAS

Células parenquimáticas: Con **funciones de almacén** de sustancias de reserva. Pueden morir al dejar de ser funcionales.



Fibras: Que son las **fibras liberianas**. Se encuentran tanto en el floema primario y secundario. Dan resistencia al tejido.

XILEMA

Representa el principal tejido de **conducción de agua** en la planta.

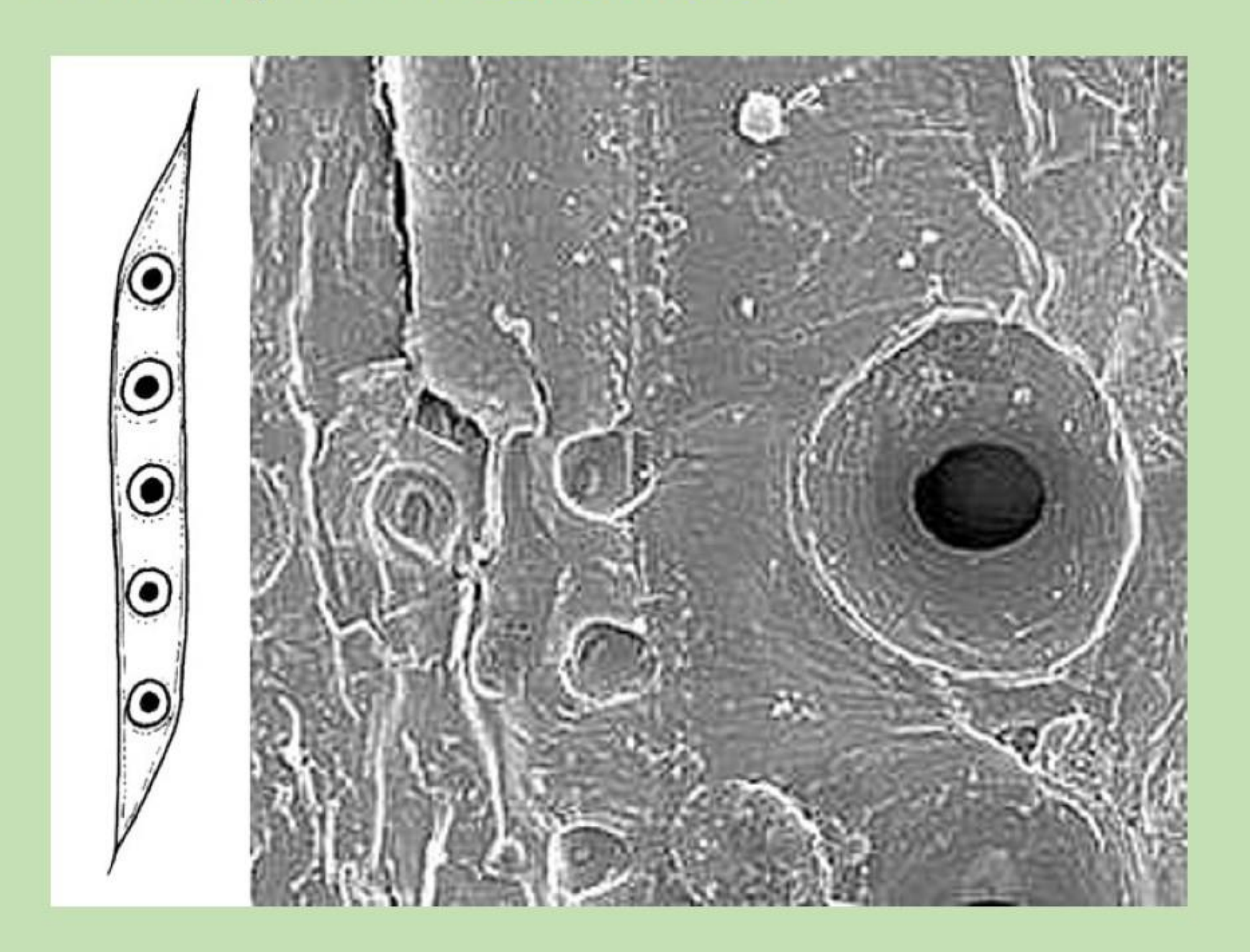
Conformado por:

ELEMENTOS TRAQUEALES

CÉLULAS PARENQUIMÁTICAS

FIBRAS

ELEMENTOS TRAQUEALES: Células alargadas **sin protoplasto vivo** y paredes celulares gruesas lignificadas. Algunos se parecen a las tráqueas de los insectos. Se encargan de la **conducción**.



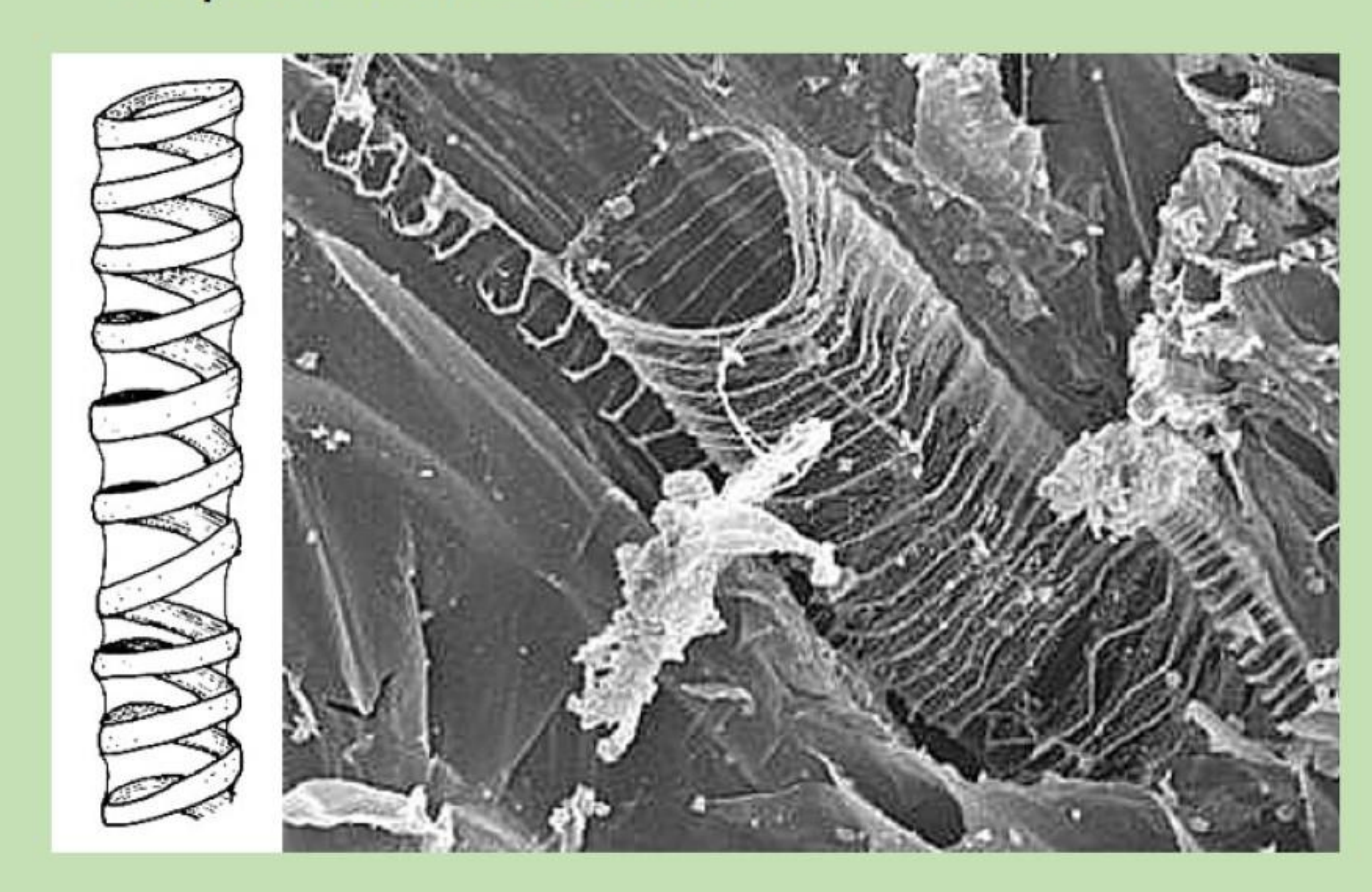
Traqueidas

- Células más simples.
- Con extremos afilados.
- Con punteaduras.
- Superpuestas unas a otras.
- Sistema de vasos cerrados.
- En plantas más antiguas y modernas.

Tráqueas

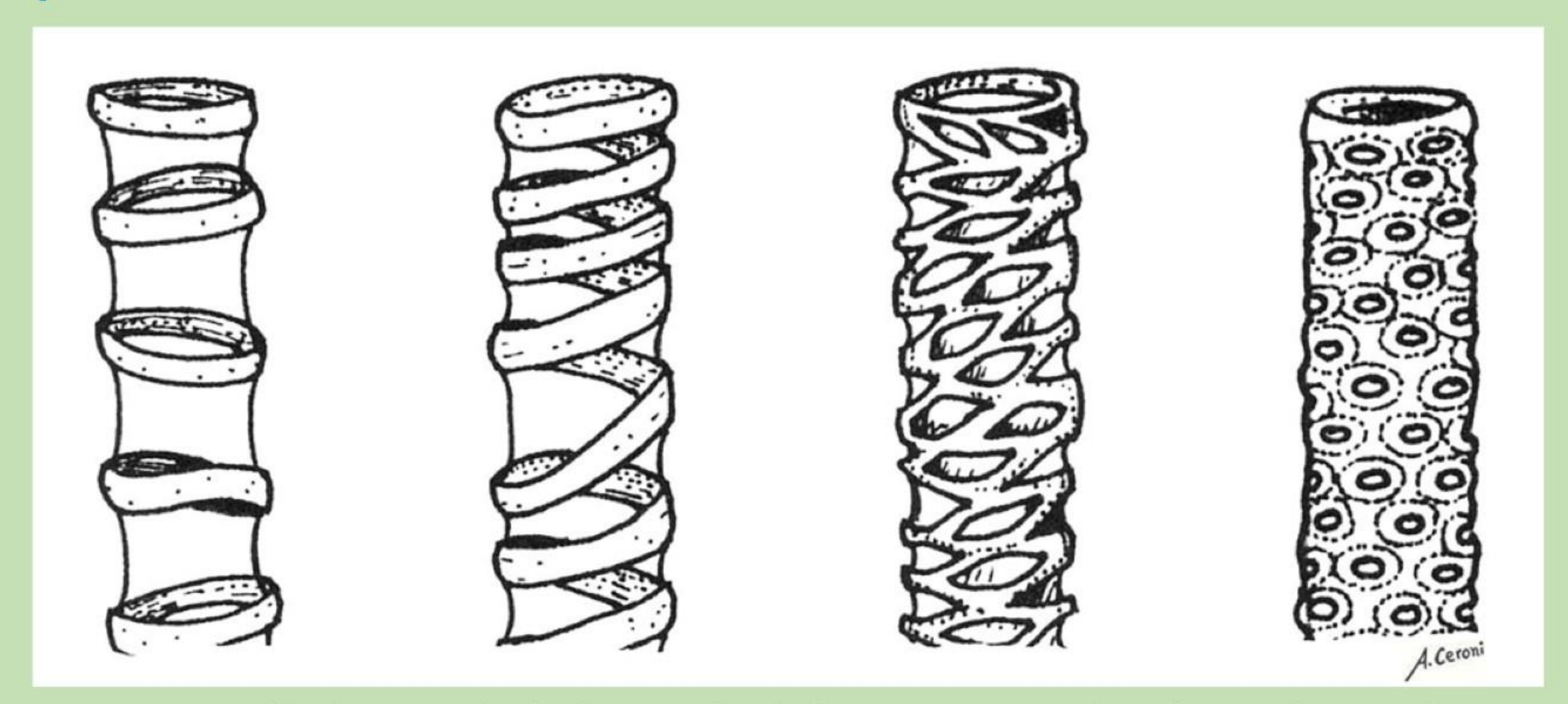


- Células más complejas.
- Con extremos aplanados.
- Con o sin poros.
- Unas a continuación de otras, longitudinalmente.
- Sistema de vasos abiertos.
- En plantas modernas.



TIPOS DE TRÁQUEAS O VASOS

Las tráqueas adoptan una gran variedad de formas de acuerdo al **engrosamiento de la pared secundaria**.

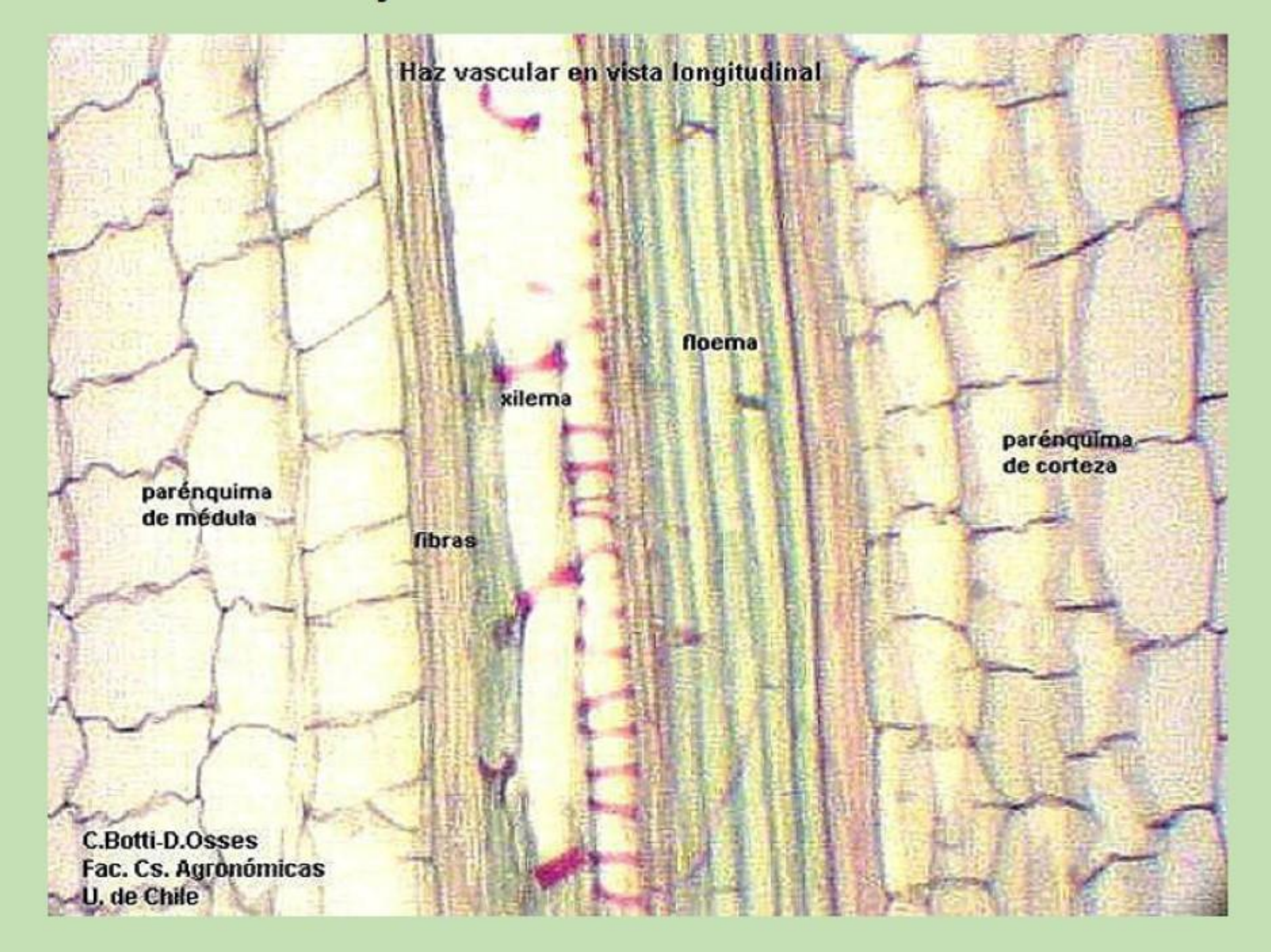


Así tenemos anillado, espiralado, reticulado y punteado. Los dos primeros son característicos del protoxilema, mientras que los otros son más comunes en el metaxilema.

Vasos espiralado, anillado y punteado

CÉLULAS PARENQUIMÁTICAS Y FIBRAS

Células parenquimáticas: Con **funciones de almacén** de sustancias de reserva. Pueden morir al dejar de ser funcionales.

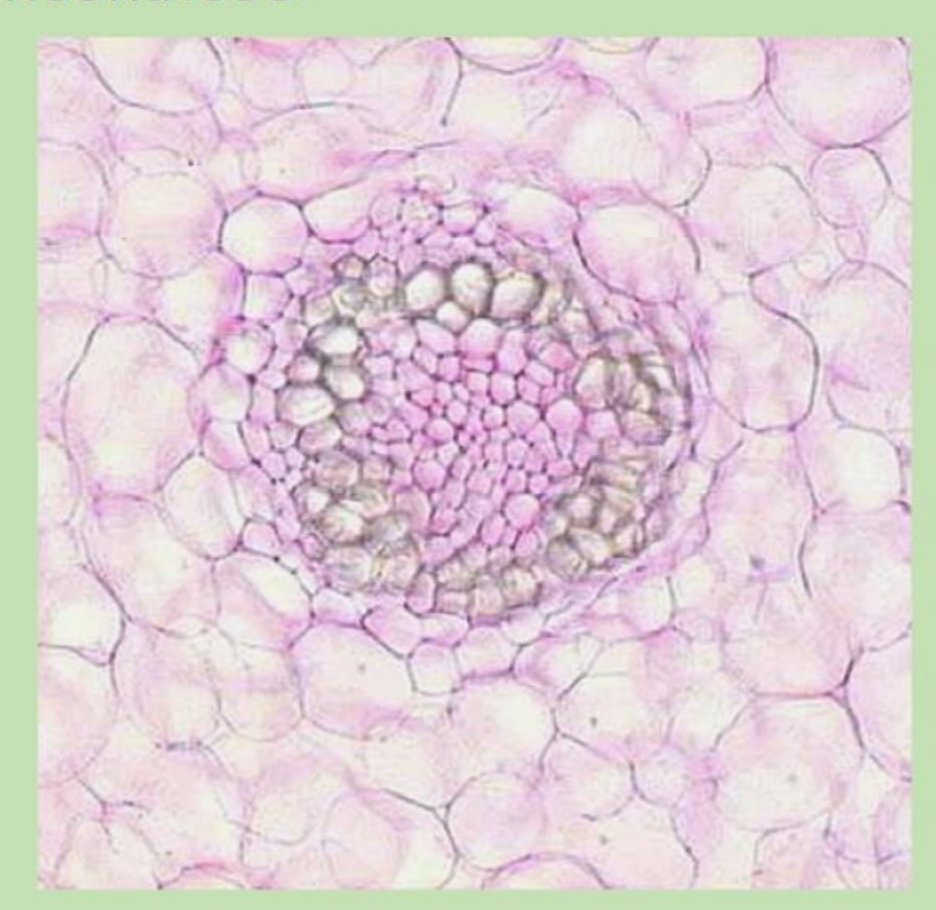


Fibras: Que son las **fibras leñosas**. Se encuentran tanto en el xilema primario y secundario. Dan resistencia al tejido.

HACES CONDUCTORES

La **reunión del floema y del xilema** recibe el nombre de **haces conductores**. Sus 2 partes pueden ubicarse de diferente manera.

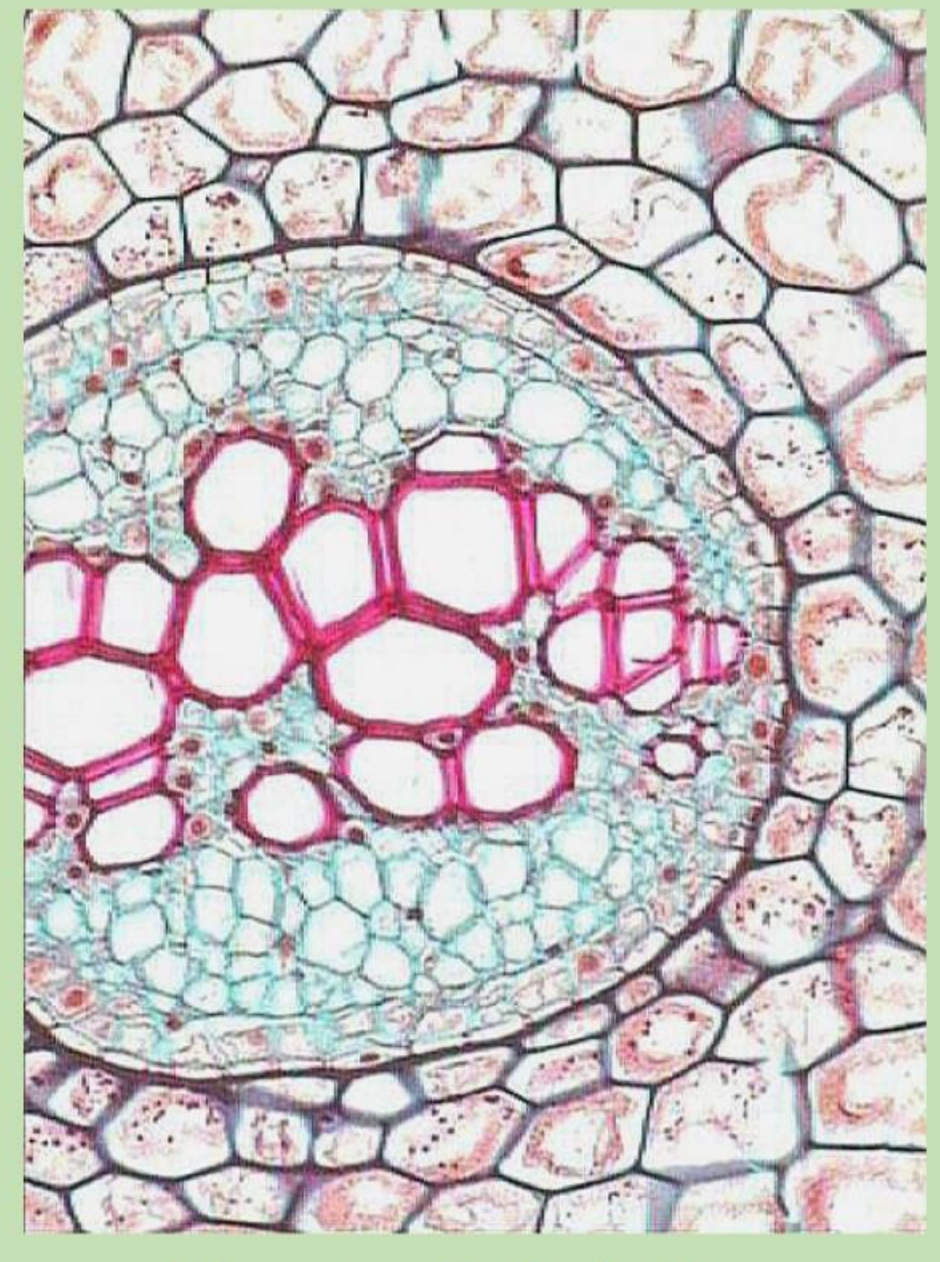
1. Concéntricos





Rizomas de monocotiledóneas





Rizomas de helechos

2. Colaterales



Tallos de angiospermas

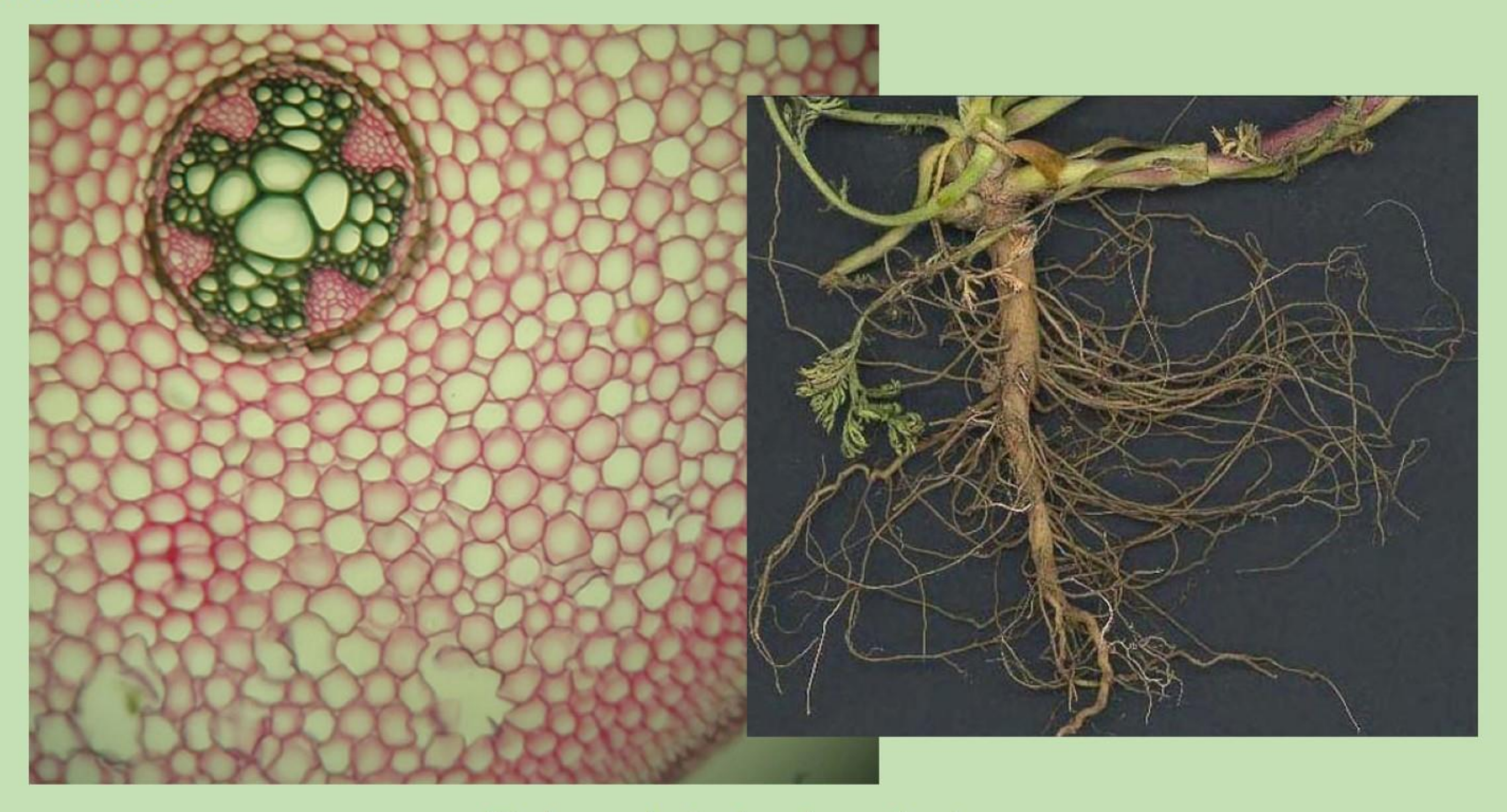
3. Bicolaterales





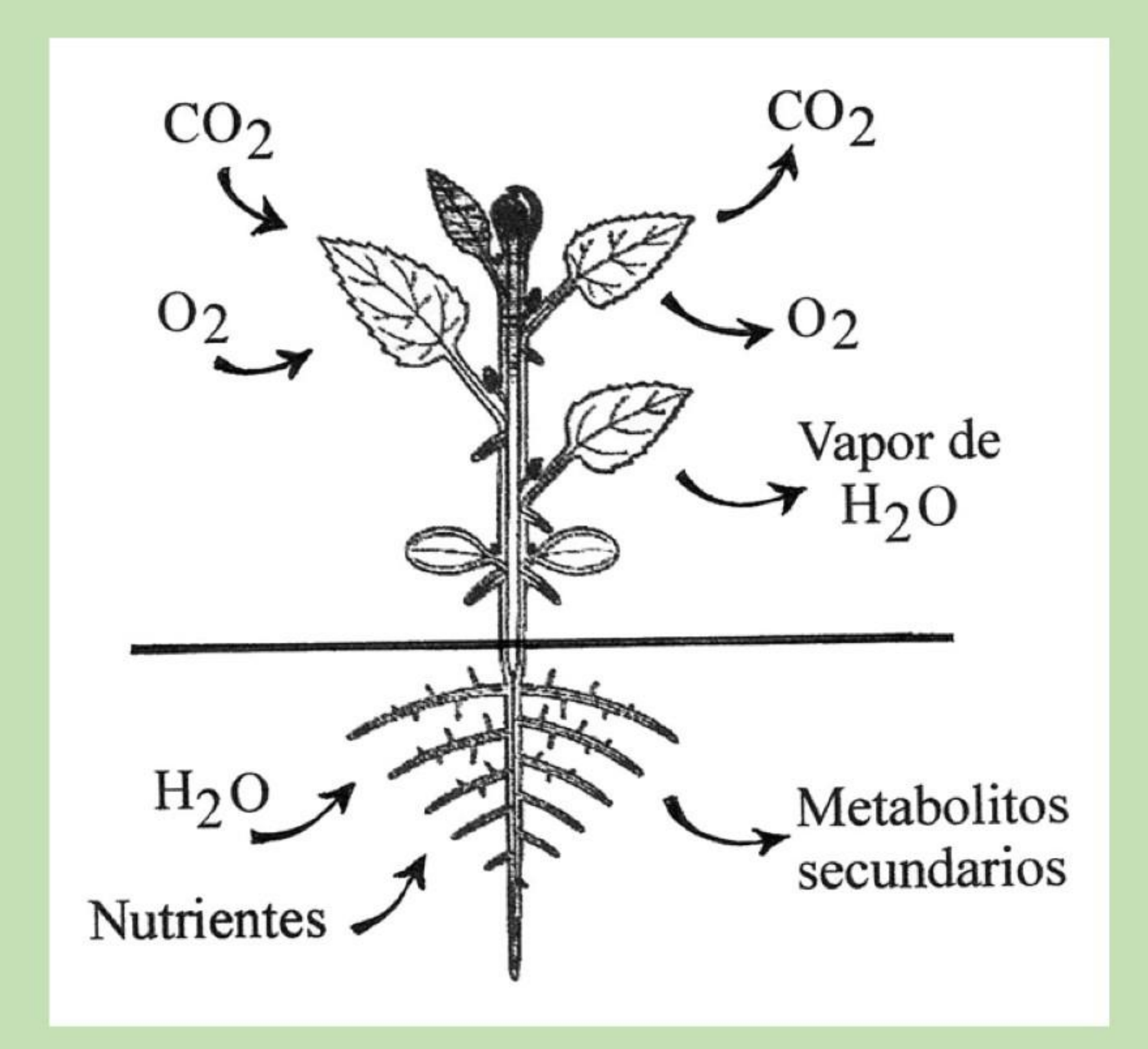
Tallo de “zapallo”

4. Radiales



Raíces de todas las plantas

TEJIDOS SECRETORES



Al igual que los animales, las plantas también absorben sustancias que no son completamente utilizadas por el organismo y que por diversos procesos bioquímicos, se forman cuerpos que carecen de finalidad

Pero a diferencia de los animales, **las plantas no eliminan ninguna clase de residuos del metabolismo en forma de excrementos**

Todas las sustancias residuales que por regla general no van a experimentar ya transformaciones ni intervenir en el metabolismo de la planta, son **alejadas de las vías conductoras y lugares de reserva** y **segregadas en los órganos de secreción**, y otros **saldrán** de la célula o de la planta.

El hecho de que no se empleen ya en la fisiología de la planta, no quiere decir que **carezcan totalmente de utilidad para la planta**.

Sustancias azucaradas y esencias para atraer polinizadores



“cactus”



Látex para defensa y evitar la entrada de infecciones

“cactus mexicano”

Resinas para evitar la pudrición de la madera



“árbol de Navidad”

Cristales de oxalato de calcio para defensa contra herbívoros pequeños

“oreja de elefante”

HIDÁTODOS



También llamados estomas acuíferos.

Órganos secretores de **agua**, en el borde o en el limbo de las hojas de "oreja de elefante", "cebada" y "maíz".

Cuando la transpiración es insuficiente, eliminan agua en forma de gotas.

El fenómeno por el cual muchas plantas expelen agua en forma de gotas recibe el nombre de **gutación**.

PELOS GLANDULARES



Que secretan a menudo **esencias** o **resinas**.



Se pueden clasificar en: mucilaginíparos; resiníparos; salinos; oleíparos; digestivos y los nectarios

Otros pelos glandulares como en las Lamiáceas narcotizan a las hormigas y a veces las matan.

BOLSAS SECRETORAS

Órganos secretores de **esencias** o **resinas** en las hojas o corteza de muchas plantas.

Bolsas esquizógenas

Originadas por separación de células y formación de un **epitelio**.





Se encuentran en plantas como "pino" y "árnica"

Bolsas lisígenas

Originadas por **ruptura de células** y sin formación de un epitelio.



Se encuentran en plantas Rutáceas como la “ruda” o Myrtáceas como “eucalipto”, “guayaba” y “pomarosa”

Un recipiente o bolsa esquizógena por una citólisis posterior se transforma en lisígena, como se ha demostrado en plantas como las Rutáceas, por lo que se les llama bolsas esquizolisígenas.

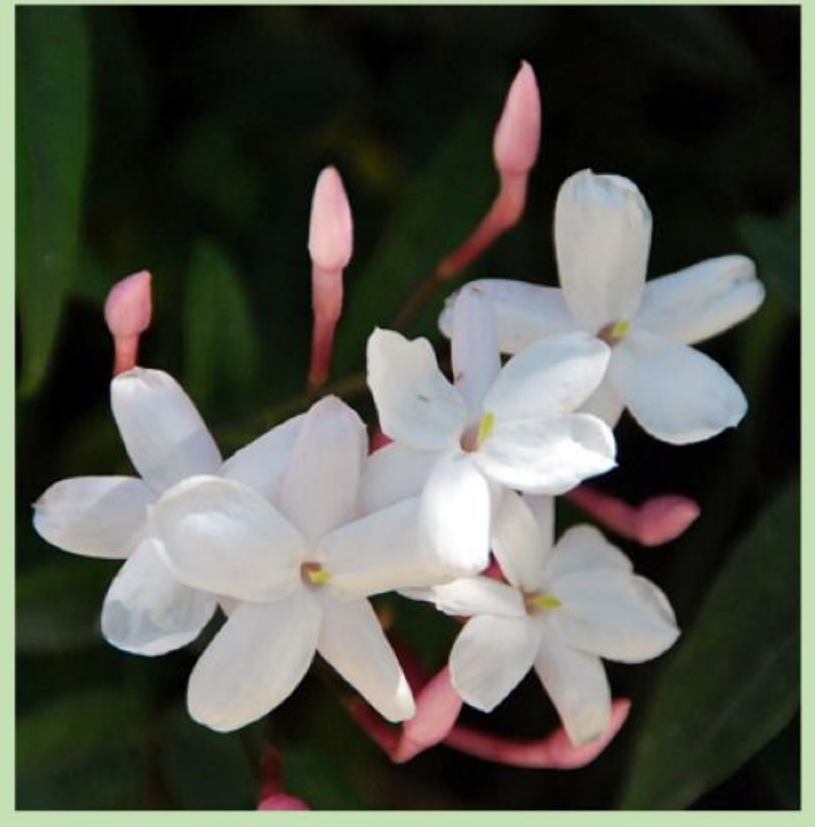
CÉLULAS OLEÍFERAS

Células con gotitas de **aceites etéreos** muy volátiles, o sea esencias, en la epidermis, mesófilos o cortezas, que se evaporan a través de la pared celular y de la cutícula.







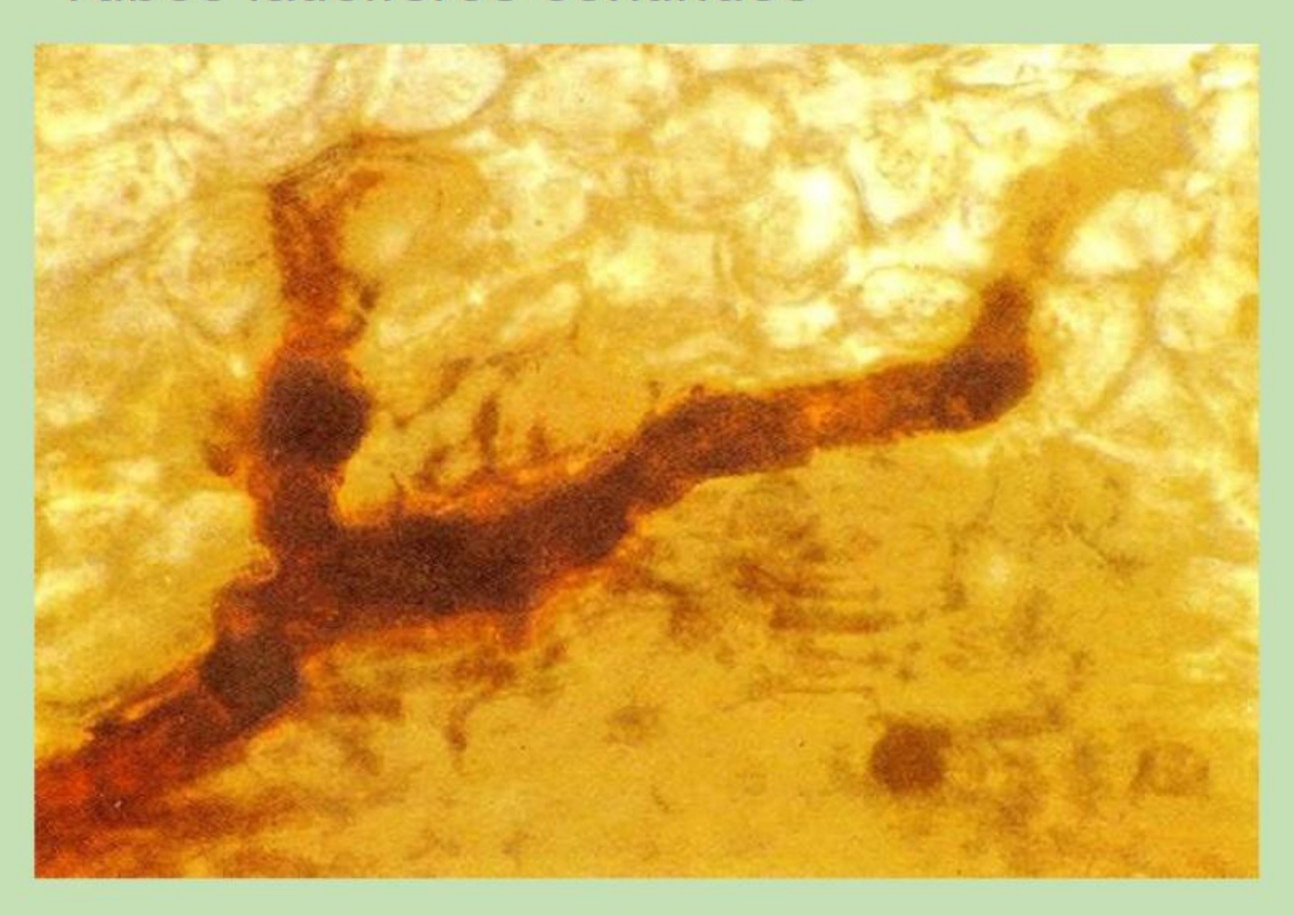


En la corteza del “canelero”, rizoma del “jengibre” o “kión” y en las flores de la “rosa” o del “jazmín”.

TUBOS LATICÍFEROS

Conductos del cuerpo que contienen **látex**, una sustancia lechosa generalmente de color blanco y que tiene una composición química muy variada como alcaloides, azúcares, enzimas, etc.

Tubos laticíferos continuos



Originados a partir de **una sola célula** y **sin tabiques**.





Se encuentran en Euphorbiáceas como "sangre de grado"; Apocynáceas como el "suche" y Moráceas como "higo" y el "caucho de la India"

Tubos laticíferos articulados

Originados a partir de **varias células** y **con tabiques**.







Se encuentran en Musáceas como el “plátano”; Convolvuláceas como el “camote” y la “borrachera”

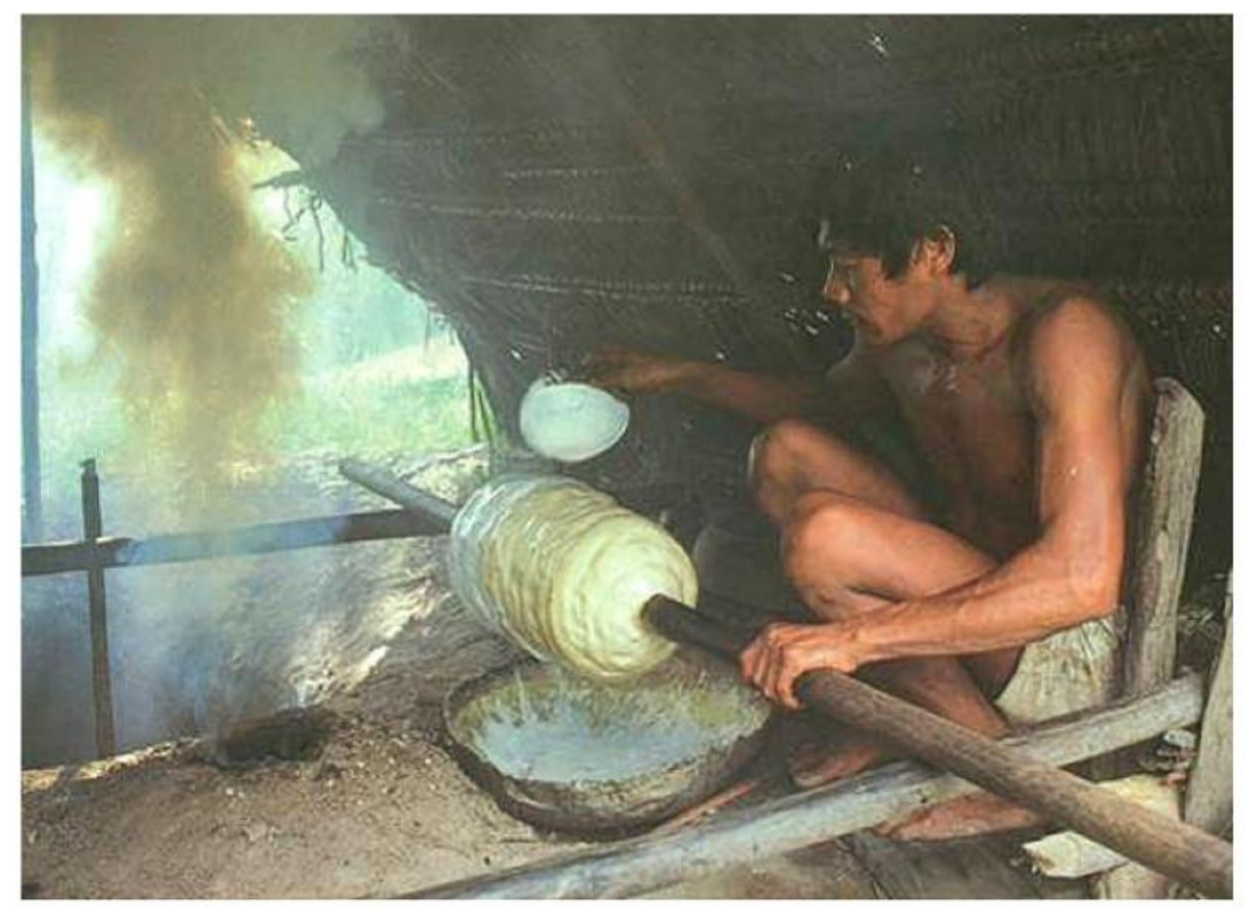
También en algunas Papaveráceas como la “amapola” y en Euphorbiáceas, como en el “caucho”, que fuera la base del desarrollo de la industria del caucho.

CURIOSIDADES BOTÁNICAS

¿Sabías que el tipo de tubo laticífero tiene implicancia en la forma de manejo y extracción del látex?



Hevea brasiliensis "caucho". Produce un látex blanco utilizado para la elaboración del caucho, importante para diversas industrias como la automotriz.





Croton lechleri "sangre de grado". Produce un látex rojo utilizado por sus propiedades cicatrizantes y antiinflamatorias.

El árbol del “caucho” se mantiene en pie mientras que se cosecha el látex.

El árbol de “sangre de grado” se tumba para cosechar el látex, aunque también se cosecha con el árbol en pie.

Hevea brasiliensis "caucho"	*Croton lechleri* "sangre de grado"
1. Tubos laticíferos articulados.	1. Tubos laticíferos continuos.
2. El corte compromete sólo a una célula.	2. El corte compromete a todo el tubo.
3. Tubos laticíferos originados en el cambium vascular.	3. Tubos laticíferos originados en el protofloema.
4. Los tubos laticíferos se renuevan.	4. Los tubos laticíferos no se renuevan.
5. No disminuye la producción de látex con el tiempo.	5. Disminuye la producción de látex con el tiempo.
6. Cicatrización rápida.	6. Cicatrización lenta.

Aldo Ceroni Stuva
Biólogo. Magister en Botánica Tropical
Ph.D. en Agricultura Sustentable
Profesor Principal
Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)
Facultad de Ciencias
Departamento Académico de Biología
Herbario MOL - Augusto Weberbauer
Jardín Botánico "Octavio Velarde Núñez" UNALM
Correo: aceroni@lamolina.edu.pe





